PUBLICACIONES RECIENTES PIEB

Tecnologías limpias aplicables a la explotación de oro
Félix Carrillo (coord.), Ruth Zenteno y Laura Rubín de Celis

Remediación ambiental como alternativa de desarrollo local para la subcuenca de Japo-Pairumani
Gerardo Zamora (coord.), Antonio Salas, Octavio Hinojosa, Genny Isabel Claure, Pedro R. Vallejos, Milton Pérez y Cinda Beltrán

Thuska uma. Tratamiento de aguas ácidas con fines de riego
Juan Carlos Montoya (coord.), Jorge Amusquívar, Gunnar Guzmán, David Quispe, Rosmery Blanco y Norma Mollo

Daño genotóxico causado por la contaminación minera en Oruro
María E. Ascarrumz (coord.), Jacques Gardón, Flavia Barbieri, Ma. Eugenia García, Noemí Tirado, Marina Cuti, Pamela Paco, Cristina Mejía, María Ruiz, Maritza Mercado y Mauricio Ormachea

Minería y conflictos socioambientales en Cantumarca
Rosario Tapia (coord.), Lourdes Tapia y Ernesto Quintana

La herencia de la mina. Representaciones acerca de la contaminación minera en Potosí
Ingrid Tapia (coord.), Olivier Barras y Juan Carlos Oporto

Generación, distribución y uso del excedente de hidrocarburos en Bolivia (Incluye un CD con matrices)
Hugo del Granado (coord.), Leila Mokrani, Mauricio Medinaceli y Jorge Gumucio

Uso productivo del excedente hidrocarburífero Propuesta de creación del Fondo Soberano de las Regiones
Juan Carlos Guzmán (coord.), María del Carmen Crespo, Tatiana Genuzio y César Santa Gadea

Excedente y renta en la minería mediana. Determinantes del crecimiento minero 2000-2009
Rolando Jordán (coord.), Julio Humérez, Eliodoro Sandi y Paola Arano

Arquitecturas emergentes en El Alto: el fenómeno estético como integración cultural
Randolph Cárdenas (coord.), Edwin Mamani y Sandra Beatriz Sejas

La reconstitución del Jach'a Suyu y la Nación Pakajaqi. Entre el poder local y la colonialidad del derecho indígena
Guery Chuquimia (coord.), Rubén Chambi y Fernando Claros

En busca de la tierra sin mal. Los derechos indígenas en territorios guaraní
Karina Fernández (coord.) y Dante Vladimir Illanes

Los derechos indígenas y su cumplimiento en el territorio indígena de Guarayos
José A. Martínez (coord.) y R. Alicia Tejada

El costo ecológico de la política minera en Huanuni y Bolívar trata un tema que va cobrando un gran interés en la sociedad, sobre todo en personas, profesionales y líderes que plantean y promueven acciones de protección del medio ambiente, destacan la importancia del capital natural o el valor de nuestros recursos naturales y el impacto que se genera. Si bien los recursos naturales son considerados como soporte para el desarrollo socioeconómico, es evidente también que los procesos de extracción y procesamiento de los mismos pueden generar impactos negativos a nivel local o global si no se toman las medidas de prevención y control, oportunas y adecuadas.

ISBN: 978-99954-32-88-1

2010

EL COSTO ECOLÓGICO DE LA POLÍTICA MINERA EN HUANUNI Y BOLÍVAR







Embajada Real de Dinamarca





EL COSTO ECOLÓGICO DE LA POLÍTICA MINERA EN HUANUNI Y BOLÍVAR

Elizabeth López

Ángela Cuenca
Silvana Lafuente
Emilio Madrid
Patricia Molina

El Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB) inició sus actividades el año 1994, en el marco institucional de la Fundación PIEB. Es un programa de carácter científico, cultural y social, creado con el propósito de contribuir al desarrollo de Bolivia a través de la promoción de la investigación científica sobre temas relevantes y estratégicos.

Los objetivos del PIEB son:

1. Apoyar la investigación orientada a la reflexión y comprensión de la realidad boliviana con la finalidad de contribuir a la generación de propuestas de políticas públicas frente a problemáticas nacionales, promover la disminución de asimetrías sociales y la inequidad existentes, lograr una mayor integración social y fortalecer la democracia en Bolivia.
2. Incentivar la producción de conocimientos socialmente relevantes y las aproximaciones multidisciplinaras que permitan visiones integrales de la sociedad, promoviendo simultáneamente la excelencia académica. Para el PIEB, desarrollar el conocimiento, investigación y acceso a la información son pilares para que una sociedad pueda afrontar su futuro.
3. Promover la formación de nuevas generaciones de investigadores dando énfasis en la formación de jóvenes. "Investigar formando y formar investigando" es uno de los principales propósitos del PIEB.
4. Desarrollar la capacidad local, regional y nacional de investigación a través de iniciativas de fortalecimiento a recursos humanos e institucionales.
5. Democratizar el acceso al conocimiento, a través de medios de comunicación especializados en investigación, ciencia y tecnología, y la creación de espacios de encuentro entre el Estado, la sociedad civil y la academia.

El año 2008, el PIEB puso en marcha el Programa de Investigación Ambiental (PIEB-PIA) con el objetivo de contribuir a propiciar acciones de cambio a favor del desarrollo sostenible en el país, mediante la formulación de propuestas de investigación que orienten a la toma de decisión y las políticas públicas a nivel local y nacional. En ese marco el Programa desarrolla sus actividades en distintas temáticas ambientales bajo una perspectiva integral, con la consideración de las dimensiones: social, económica, política y territorial.

El costo ecológico de la política minera en Huanuni y Bolívar

El costo ecológico de la política minera en Huanuni y Bolívar

Coordinadora de la investigación
Elizabeth López Canelas

Investigadores
Ángela C. Cuenca Sempértegui
Silvana Lafuente Tito
Emilio R. Madrid Lara
Patricia Molina Carpio



Embajada Real
de Dinamarca



Programa de Investigación
Estratégica en Bolivia

Oruro, 2010

Esta publicación cuenta con el auspicio de la Embajada Real de Dinamarca.

López Canelas, Elizabeth
El costo ecológico de la política minera en Huanuni y Bolívar / Elizabeth López Canelas; Ángela C. Cuenca Sempértegui; Silvana Lafuente Tito; Emilio R. Madrid Lara; Patricia Molina Carpio -- La Paz: Embajada Real de Dinamarca; Fundación PIEB, 2010.
xx; 122 p. ; maps.; cuads.; grafs.; fots.: 23 cm. -- (Serie Investigación Ambiental no. 2)

D.L. : 4-1-1-1725-10
ISBN: 978-99954-32-88-1 : Encuadernado

CONTAMINACIÓN MINERA / OPERACIONES MINERAS / FLUJO DE MATERIALES / ECOLOGÍA / ECOSISTEMAS / POLÍTICA MINERA / POLÍTICAS PÚBLICAS / POLÍTICA DE MEDIO AMBIENTE / CALIDAD AMBIENTAL / HIDROLOGÍA / CUENCAS HIDROGRÁFICAS / RECURSOS NATURALES / DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE / PROCESOS ANTROPOGÉNICOS / GESTIÓN AMBIENTAL / CONTAMINACIÓN DEL AGUA / CONTAMINACIÓN DEL SUELO / ORURO / DALENCE / POOPÓ / HUANUNI / BOLIVAR

1. título **2.** serie

Edificio Fortaleza. Piso 6. Oficina 601
Avenida Arce 2799, esquina calle Cordero
Teléfonos: 2432583 - 2431866
Fax: 2435235
Correo electrónico: fundacion@pieb.org
Servicio Informativo: www.pieb.com.bo
Casilla 12668
La Paz, Bolivia

Edición: Montserrat Fernández

Diseño gráfico de cubierta: PIEB

Diagramación: Alfredo Revollo

Impresión: ....

Impreso en Bolivia
Printed in Bolivia

Índice

Índice de cuadros

Índice de gráficos

Índice de mapas

Presentación

En el marco del Programa de Apoyo al Desarrollo Sostenible, Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente, de la Embajada Real de Dinamarca, el Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB) implementa el componente de investigación ambiental, que tiene como uno de sus principales objetivos contribuir a promover, actualizar e incidir en políticas públicas con conocimiento, debate y propuestas sobre la temática ambiental y el desarrollo sostenible en Bolivia y fortalecer las capacidades en investigación ambiental.

El PIEB, a través de su Programa de Investigación Ambiental (PIA), impulsa el desarrollo de la investigación en las temáticas de gestión ambiental y de riesgos, gestión comunitaria de la biodiversidad y los recursos naturales.

En ese marco se inscribe la realización de las convocatorias para proyectos de investigación sobre Contaminación Minera en los departamentos de Oruro y Potosí, lanzadas en la gestión 2008 con el apoyo de una importante Plataforma Institucional integrada por las Prefecturas de los departamentos de Oruro y Potosí, la Universidad Técnica de Oruro (UTO), la Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF), la Asociación de Municipios del Departamento de Oruro (AMDEOR), la Asociación de Municipios del Departamento de Potosí (AMDEPO), el Centro de Ecología y Pueblos Andinos (CEPA), el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD) y la Sociedad Potosina de Ecología (SOPE). Las convocatorias buscaron incidir en políticas públicas para la gestión ambiental minera, a través de la producción de conocimiento que desemboque en alternativas

para la prevención y mitigación de los efectos ocasionados por la contaminación minera.

Las investigaciones promovidas al interior de estas convocatorias se desarrollaron en dos fases de trabajo, entre los años 2008 y 2009: la primera, encaminada a la investigación misma; y la segunda, relacionada a la formulación de propuestas expresadas en planes, programas, proyectos, estrategias metodológicas, entre otros, con el fin de brindar respuestas concretas a las problemáticas estudiadas.

En este tiempo, se dio una interesante interacción entre investigadores, operadores de políticas públicas, actores de la sociedad civil, periodistas, en torno a los temas estudiados. Las investigaciones, sus resultados y propuestas fueron ampliamente difundidos y es grato mencionar que muchas de ellas han alimentado el diseño de políticas públicas relacionadas a la gestión ambiental minera y la salud. En esa óptica, los resultados de las investigaciones sobre contaminación minera han sido incorporados en planes de remediación ambiental y de desarrollo social; por otra parte, orientan programas de salud locales en Oruro y Potosí, y también han despertado interés en cooperativas mineras y comunidades locales, para la implementación de tecnologías de producción más limpia.

La participación social ha sido uno de los factores de mayor importancia en la realización de las investigaciones, tomando en cuenta que en la actualidad la incidencia más efectiva en políticas públicas se da mediante la movilización de los actores involucrados en una problemática. Es así que los beneficiarios de las investigaciones: comunidades locales, cooperativas mineras, población civil expuesta a los riesgos de la contaminación, operadores de políticas públicas, entre otros, cuentan con información, resultado de procesos de investigación, y con propuestas de remediación ambiental y desarrollo local, para la generación de demandas que mejoren la calidad ambiental y la calidad de vida. Este proceso de posicionamiento y reconocimiento público de los problemas ocasionados por la contaminación, es un antecedente importante para futuras iniciativas.

Destacamos, en ese sentido, la publicación de la primera serie de investigaciones ambientales y propuestas de intervención, integrada

por siete títulos relacionados a cuatro ejes temáticos: Políticas públicas para la gestión ambiental; Conflictos socio-ambientales en la gestión de los recursos hídricos y suelos; Políticas en salud y exposición a los riesgos de contaminación; y Tecnologías limpias aplicables a la pequeña minería.

Estos trabajos han sido desarrollados por un conjunto de destacados investigadores de diferentes disciplinas, comprometidos con el desarrollo del país a través de la generación de conocimiento relevante. Estamos seguros que las investigaciones y propuestas que presentamos en esta serie, ampliarán el impacto de los estudios, llegando a más públicos interesados, para contribuir al debate, a la reflexión y a la implementación de soluciones en torno a una problemática compleja y al mismo tiempo urgente para los departamentos mineros de Oruro y Potosí.

Godofredo Sandoval
Director del PIEB

Prólogo

La presente publicación del Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB), "El costo ecológico de la política minera en Huanuni y Bolívar", trata un tema que va cobrando un gran interés en la sociedad, sobre todo en personas, profesionales y líderes que plantean y promueven acciones de protección del medio ambiente, destacan la importancia del capital natural o valor de nuestros recursos naturales y el impacto que se genera a partir de los procesos antropogénicos de utilización de estos recursos. Si bien los recursos naturales son considerados como soporte para el desarrollo socioeconómico, es evidente también que los procesos de extracción y procesamiento de los mismos pueden generar impactos negativos a nivel local o global si no se toman las medidas de prevención y control, oportunas y adecuadas.

En el caso boliviano, la extracción de recursos naturales como los minerales y el petróleo ha sido considerada históricamente como estratégica y, en las actuales circunstancias, este criterio aún se mantiene. El programa productivo del gobierno, reflejado en el Plan Nacional de Desarrollo, prioriza y destaca a los sectores de los Hidrocarburos, Minería, Energía y Medio Ambiente como los pilares para el desarrollo productivo nacional, y plantea que los objetivos sectoriales deben compatibilizarse con los enfoques del desarrollo nacional sustentable.

Diferentes estudios realizados en regiones mineras tradicionales, como Oruro y Potosí, con iniciativas locales y apoyo de la cooperación internacional, muestran un diagnóstico sobre la situación social, económica y ambiental con índices de contaminación y pobreza, que

han promovido otras inquietudes para profundizar y ampliar dichos estudios. Uno de estos esfuerzos es precisamente el trabajo realizado por un grupo de profesionales bolivianos, que tienen vivencia de la problemática minero-ambiental. Sus resultados están contenidos en la presente publicación.

El contenido y los alcances de la presente investigación motivarán y reforzarán el análisis y discusión sobre los beneficios y costos, asociados a la extracción y aprovechamiento, de nuestros recursos naturales, tanto renovables como no renovables, en el contexto de la realidad boliviana. Toma fundamentalmente en cuenta la coyuntura política de cambios que promovió la Constitución Política del Estado y los respectivos instrumentos regulatorios inherentes.

El desarrollo histórico de la minería en Bolivia ha tenido diferentes periodos caracterizados por aspectos económicos, sociales y políticos, donde las políticas públicas de aprovechamiento de los recursos naturales han tenido también diferentes enfoques de participación del Estado y la población. En la presente coyuntura se hace hincapié en la utilización de estos recursos bajo normas y disposiciones que garanticen la sostenibilidad de los programas de extracción, procesamiento e industrialización de nuestros minerales, con una distribución más equitativa para el Estado y la población boliviana, con fiscalización del mismo, y una mayor participación ciudadana y de las comunidades originarias en los procesos de decisión.

Aquella participación será más objetiva y efectiva cuanto mayor sea la información y el conocimiento de los actores involucrados en la actividad minera sobre las connotaciones e incidencias sociales, ambientales, económicas y ecológicas en cada región del país y para el pueblo boliviano en su conjunto. En ese sentido, la investigación sobre "El costo ecológico de la política minera en Huanuni y Bolívar" se convierte en un instrumento de información y orientación, porque introduce conceptos nuevos sobre el metabolismo o transformación de las zonas mineras. Además, formula una propuesta para la construcción de una gobernanza ambiental, a través de ampliar la generación, acceso y disposición de información minera, como una respuesta a la preocupación que surge en la población sobre los modelos de gestión ambiental que no toman en cuenta los límites

naturales de los ecosistemas, el gasto no controlado de la energía, las consecuencias de los desechos generados, así como la incidencia negativa que pueden tener sobre las condiciones de vida de las poblaciones del área.

Los autores de la investigación realizaron estudios bibliográficos y trabajo de campo para documentar su planteamiento sobre la valoración del costo ambiental de los impactos presentes y potenciales al patrimonio natural, como efecto de la actividad minera de Huanuni y Bolívar del departamento de Oruro, y las implicaciones sociales y económicas para la población de la región.

El trabajo fue desarrollado por un equipo de investigadores. Coordinados por la antropóloga Elizabeth López, participaron las ingenieras agrónomas Patricia Molina y Ángela Cuenca, la ingeniera química Silvana Lafuente y el antropólogo Emilio R. Madrid, quienes se movilizaron por el área de influencia de las operaciones de mina Huanuni y mina Bolívar, es decir en las microcuencas Huanuni y Antequera. Las actividades mineras de la zona datan de antes del año 1900, generando un impacto significativo por la utilización de energía eléctrica, agua para consumo industrial, descargas de aguas residuales, uso y contaminación de suelos, uso de materias primas como insumos para operación y generación de pasivos ambientales. Se trata de microcuencas pequeñas con alta presencia campesina tierras abajo, de donde surge la necesidad de estudiarlas.

La publicación contiene un resumen del trabajo de sistematización de la información existente y de nueva información sobre volúmenes de extracción de minerales en las minas Huanuni y Bolívar de Oruro. Asimismo trata de los volúmenes de consumo de agua y otros insumos de operación, en cuya base desarrollaron un proceso analítico para explicar si el consumo de agua, suelos y de vegetación justifica el desarrollo de la actividad minera, sobre todo si es excesivo, y si las comunidades locales pueden sobrevivir bajo estas condiciones.

Existen varios estudios ambientales sobre las microcuencas hidrográficas Huanuni y Antequera que ratifican la relevancia y alta prioridad para prestar mayor atención al análisis de la problemática de contaminación minera en Oruro, así como a la búsqueda de las

soluciones más viables y oportunas. Es por ello que la convocatoria del PIEB priorizó esta región y consecuentemente la propuesta planteada por los investigadores, que plantean reflexiones e incluso cuestionamientos sobre la contribución de la minería al desarrollo regional.

En ese contexto, los investigadores formulan su propuesta con planteamientos que incluyen una mayor participación social en los procesos de toma de decisiones en las políticas públicas, tanto en el diseño como en la implementación y seguimiento a las acciones vinculadas a políticas públicas sobre los sectores estratégicos de Minería y Medio Ambiente. Además, hace hincapié en la importancia de la administración de la información sobre los procesos productivos, que contenga datos sobre consumo de aguas, cantidades de suelos ocupados, uso de otros recursos naturales e insumos como áridos, combustibles, etc. En este sentido, demandan que las autoridades desarrollen una política minera que supere la actual. Exigen la debida consideración del tema ambiental, de manera que las disposiciones en esta materia permitan contar con suficiente información de las operaciones, con base en la incorporación de indicadores básicos de contabilidad de flujo de materiales y mecanismos que faciliten el acceso a la información.

La propuesta plantea cuatro estrategias: mayor participación de las instancias municipales y departamentales en la gestión ambiental minera, fortaleciendo los procesos de descentralización. Reforzar la presencia del Estado en el control y fiscalización de los procesos productivos y de gestión ambiental en el sector. Propiciar el avance hacia un enfoque integral de la gestión ambiental minera, con énfasis en el cuidado ambiental de los ecosistemas locales. Finalmente, disponer información que permita evaluar la consecución progresiva del cambio del patrón de desarrollo primario exportador.

Asimismo, se propone la formulación de los siguientes elementos: indicadores técnicos sobre contabilidad de flujos de materiales; indicadores económicos sobre fuentes de financiamiento, costos operativos, costos de mitigación y remediación; indicadores sociales que midan la participación social y permitan mejorar los índices de desarrollo humano; indicadores ambientales que permitan valorar

las medidas de cuidado y protección de la calidad ambiental, protección de los bienes comunes y recursos naturales como el agua, el suelo, la biodiversidad, que son factores clave de funcionamiento de los ecosistemas.

Esta investigación contiene datos sobre las cantidades de minerales extraídos, concentrados producidos, agua utilizada en el proceso industrial, residuos minero-metalúrgicos desechados (colas, desmontes y efluentes) en las actividades mineras de Huanuni y Bolívar. De dichos datos se formulan algunas interrogantes, como ¿cuál es el impacto del flujo de materiales, energía y desechos entre el ecosistema y las operaciones mineras estudiadas, en las condiciones de sostenibilidad ambiental de cada subcuenca?

Se establece tres unidades de estudio para la comprensión de la problemática descrita, la operación minera, la comunidad campesina que convive en la misma microcuenca y el ecosistema de la microcuenca. La población de estudio comprende los asentamientos humanos existentes en la subcuenca Uru Uru y la subcuenca Poopó del departamento de Oruro. En este contexto regional, la contabilización del patrimonio natural en zonas mineras permitiría evaluar la magnitud de su degradación, potencial pérdida o recuperación, y el impacto de estos cambios en las condiciones de desarrollo socioeconómico local y regional. Todo ello proporcionaría nuevos criterios de decisión y reajuste de las políticas de gestión ambiental del sector minero.

La sostenibilidad de la propuesta considera dos dimensiones: la institucional y la económica. La primera trata sobre las condiciones para garantizar su implementación, con la participación de los gobiernos municipales, las instancias ambientales fortalecidas y las organizaciones sociales representativas. La segunda está basada en la disponibilidad de recursos financieros provenientes del pago de regalías como soporte para las gestiones y garantía para la implementación.

Finalmente, la investigación destaca la generación, fortalecimiento y renovación de alianzas institucionales, tanto en la discusión de la problemática como en su participación en acciones comunes. Busca

promover sinergias y alianzas estratégicas hacia la generación de políticas públicas que incluyan y prioricen el cuidado ambiental y la responsabilidad social en el desarrollo y fortalecimiento del sector minero.

Auguro y espero que esta investigación atraiga el interés de personas, instituciones y organizaciones que trabajan en el mejoramiento y adecuación de las políticas públicas a nivel local, regional y nacional. La misma apela a aquellos que sienten la necesidad de profundizar el análisis, promover una discusión constructiva que conduzca a mejorar la imagen de la minería en nuestro país, y que aspiran a ver un verdadero desarrollo sostenible, que aproveche racionalmente el uso de nuestros recursos naturales.

Mario Velasco S.
Especialista en Gestión Ambiental y
Tecnologías Ambientales
Ex Director de Medio Ambiente del
Ministerio de Minería y Metalurgia

Primera parte

Investigación

Introducción

Parafraseando a Gray Molina, la economía basada en la explotación intensiva de recursos naturales primarios "genera ingresos pero no genera reducción de la pobreza" (2003: 95). En esa frase se puede sintetizar la historia económica de Bolivia a lo largo de su vida independiente, que es en realidad la historia de su vinculación con un "patrón de desarrollo primario exportador" o de "economía de base estrecha", por la cual conocimos varios momentos de *boom* económico, como el de la plata, del caucho, del estaño, de los hidrocarburos, etc.; cada uno de esos momentos venía proseguido de largos períodos de crisis y pobreza.

Ese fenómeno conocido como "crecimiento empobrecedor" constituyó la principal motivación de la presente investigación: su abordaje desde un enfoque distinto como es el de la economía ecológica y la ecología política. La minería es precisamente la actividad central por la cual se estructuró y persiste hasta hoy el patrón de desarrollo "primario exportador". Sus rasgos de extracción intensiva de recursos, de generador de ingresos económicos, de baja articulación económica con otros sectores y alta degradación de los recursos han caracterizado a esta actividad a lo largo de su historia, agotando y condenando a los ecosistemas que la han alojado a no tener otra alternativa distinta de relación con la naturaleza. Dicho rol, de manera paradójica, llega incluso a transformarse en lema de vida como cuando se dice "Oruro fue, es y seguirá siendo minero", en una suerte de destino inexpugnable al margen del cual no cabe concebir otra realidad, ni futuro.

No obstante, luego de los ciclos de auge minero, la terrible resaca de pobreza, contaminación e incertidumbre que le prosiguieron ha

obligado a pensar con mayor cautela en la necesidad de encontrar mecanismos por los cuales se implementen políticas que logren lo que hasta hoy es sólo una ilusión común de quienes somos moradores de estas regiones: una minería que potencie nuestro desarrollo sin agotar la sostenibilidad ambiental a largo plazo.

Uno de los primeros pasos en esa dirección es superar la ausencia de información sobre la evolución de la calidad ambiental, del estado y cambios del patrimonio natural en las regiones mineras, que permita contrastar y evaluar la extracción de los recursos mineros en relación con su influencia e impacto en el estado de los ecosistemas. Dicha ausencia ha limitado la gestión ambiental tan sólo a la verificación administrativa del cumplimiento de los "límites permisibles" privándola de un enfoque integral sobre el ecosistema (Naredo: 1992).

La contabilización ambiental de los recursos y los flujos entre las actividades económicas y los ecosistemas es una opción que en la actualidad viene siendo adoptada por varios estados, pues implementan indicadores de contabilización del patrimonio natural, de los servicios ambientales y las externalidades, como un instrumento que guíe la aplicación de sus políticas de gestión ambiental. La importancia socioeconómica y ambiental de la contabilización de los flujos de materiales, entre la actividad extractiva minera y los ecosistemas, radica en que los costos ambientales de la pérdida de patrimonio natural, así como de los impactos generados hasta ahora, son cargados a la población y comunidades circundantes. A mediano y largo plazo, es un freno al desarrollo regional en la medida en que la reparación de los pasivos ambientales deberán descontarse del producto interno bruto.

La problemática de estudio que abordó la investigación, con base en las reflexiones precedentes, se ha formulado desde las siguientes interrogantes: ¿Cuál es el impacto del flujo de materiales y desechos entre los ecosistemas locales y las operaciones mineras, en las condiciones de sostenibilidad ambiental de cada microcuenca?; ¿la proporcionalidad establecida entre la pérdida de patrimonio natural e ingresos monetarios puede permitir la sostenibilidad del desarrollo local en cada una de las microcuencas?; ¿qué tipo de reajustes en las políticas públicas mineras y ambientales plantean el análisis de flujo

de materiales, energía y residuos, de forma que asegure condiciones de desarrollo sostenible en las zonas mineras?

La búsqueda de respuestas se ha hallado en la profundización de la comprensión de las formas y dimensiones de los flujos de materiales en las operaciones mineras de Huanuni y Bolívar asentadas en las provincias Dalence y Poopó, respectivamente, del departamento de Oruro. Superando las dificultades de acceso a la información sobre el uso de materiales en las operaciones mineras, especialmente de la mina Bolívar a cargo de la empresa Sinchi Wayra S.A., se acometió en la construcción de indicadores de contabilidad de flujos materiales para cada una de esas operaciones, adaptando los indicadores formulados y ampliamente aceptados de la oficina de Estadística de la Unión Europea (EUROSTAT).

Así por ejemplo, en relación a la operación minera Huanuni, se construyó el Input de Materiales Directo, que comprende la totalidad de materiales que ingresan en el proceso minero, correspondientes a los años 2000 y 2008, estableciendo que los volúmenes de materiales ingresados en cada una de esas gestiones fue de un total aproximado de 145.253,98 Toneladas y 280.742,23 Tn, respectivamente. En el caso de la operación minera Bolívar, para las gestiones de 1997 y 2006, se estableció el Input de Materiales Directo en cerca de 305.967,46 Tn y 336.905,46 Tn, respectivamente.

La cuantificación de dichos volúmenes de materiales ingresados en cada operación, así como otros indicadores descritos en el informe, permitió analizar las presiones de estos flujos en las condiciones de sustentabilidad de los ecosistemas de las microcuencas Huanuni y Antequera. Las perspectivas del análisis de sustentabilidad han sido basadas en los enfoques de tipo "débil" y "fuerte", que parten de comprender la sustentabilidad de cualquier sistema socioeconómico en la capacidad de preservar su stock de capital a un nivel constante a lo largo del tiempo, entendiendo tanto el capital natural como el capital manufacturado.

La aproximación al análisis de sustentabilidad, basada en los volúmenes de flujos de materiales establecidos entre las operaciones mineras y los ecosistemas de cada una de las microcuencas, evidencia

que las respectivas operaciones mineras se constituyen en factores de descapitalización del patrimonio natural, que no guarda relación ni posible sustituibilidad con los flujos económicos para una posible compensación de su permanente reducción, esto desde el punto de vista de sustentabilidad de tipo "débil". El panorama desde un análisis de tipo "fuerte" indica que las operaciones mineras se han desarrollado vulnerando las capacidades de recuperabilidad de ambos ecosistemas, especialmente con relación a factores como agua y suelos que se constituyen en elementos claves del funcionamiento y estabilidad de los mismos.

En ese marco, a la luz de los resultados y hallazgos de la investigación y considerando que entre los objetivos iniciales se ha previsto evaluar las políticas públicas ambientales para el sector minero, se ha emprendido una base para una posterior formulación de propuesta de políticas públicas. De la inicial evaluación, se ha establecido que durante el período que comprende la investigación (1997-2008) se identifican dos momentos diferentes en la concepción de las políticas públicas mineras. El primero, enfatiza el rol de las fuerzas de libre mercado en la regulación y organización de lo económico y social. El segundo momento se caracteriza por abogar hacia una mayor intervención del Estado que, sin embargo, no apunta a reemplazar ni sustituir los factores claves o metas de las anteriores políticas; es decir, la atracción de inversión privada extranjera para posibilitar el incremento de las rentas fiscales. En este sentido, dicha evaluación nos lleva a señalar que a pesar de los anuncios y posturas críticas de los operadores políticos actuales, en los hechos la intervención estatal apunta a resolver fallas de mercado para alcanzar las metas trazadas por sus predecesoras.

Basados en la evaluación, se han identificado las principales continuidades de las limitaciones de las políticas públicas ambientales del sector minero, concluyendo que las flexibilidades de regulación otorgadas al sector, así como ventajas de acceso y uso irrestricto de otros recursos como agua, suelos, áridos, etc., constituyen una forma de subvención oculta. Se identifica también la ausencia de construcción y visión de gobernanza ambiental, entendida como un estilo de gobierno que procura la participación social en el proceso de toma de decisiones. De ahí, que la propuesta

formulada plantee la construcción de una gobernanza ambiental a través de la ampliación de la generación, acceso y disposición de información minera.

CAPÍTULO I

Enfoque ecológico, político y social de la minería

1. Metabolismo social y sostenibilidad ambiental

La sostenibilidad ambiental y del desarrollo socioeconómico constituye actualmente una meta importante de los estados. Como afirma Carpintero (2005), el debate sobre la sostenibilidad tiene que ver con el tamaño o "escala" de las actividades económicas de la biósfera. Según ese autor, la contabilización de los flujos materiales que recorren desde la naturaleza a la economía es una "buena forma de medir ese tamaño o escala" (Carpintero, 2005: 114).

La alternativa del metabolismo social e industrial recoge precisamente el tema de los materiales, pues mide físicamente los procesos de producción y consumo dentro de una sociedad, permitiendo comprender hasta qué punto los países y/o regiones están viviendo más allá de sus posibilidades, en términos de recursos, o han superado la capacidad de los ecosistemas para absorber los residuos (*Ibíd*.).

Se observa que la incorporación de la dimensión ambiental en el análisis de la sustentabilidad económica viene siendo planteada desde propuestas de valorización del patrimonio natural y de los impactos ambientales como instrumento de evaluación y corrección de las políticas de gestión ambiental. Existen dos enfoques consolidados y reconocidos desde los cuales se puede abordar esta dimensión. El primero es el de la denominada economía neoclásica que plantea la valorización monetaria de la naturaleza y las externalidades como forma de corregir las denominadas "fallas del mercado". La segunda alternativa constituye el planteamiento de la economía ecológica y la ecología política, desde las cuales se propone la comprensión del

metabolismo económico en términos de flujos de materiales y energía, desde la naturaleza hacia las actividades económicas para su transformación en productos, en servicios y, finalmente, en desechos (Martínez, 2007).

En el contexto internacional, la contabilización y valoración ambiental cada vez se convierte en un instrumento necesario de evaluación y diseño de políticas ambientales y gestión de recursos naturales, tanto por parte de organismos multilaterales, organizaciones no gubernamentales (ONGs), organizaciones ambientalistas e instituciones de Estado.

2. Enfoques sobre valoración ambiental

"La valoración económica del ambiente consiste en darle un valor monetario a bienes y servicios ambientales que no son transados en los mercados y por tanto no tienen precio explícito" (Figueroa, 2005: 104). Las externalidades, es decir los impactos negativos, son explicadas como "fallos del mercado". Los problemas de contaminación no se estarían internalizando en los costos de producción, por cuanto esos daños no tienen un precio en el mercado. Estos fallos del mercado podrían ser corregidos, asignando un precio a los bienes e impactos ambientales dando lugar a impuestos o permisos de contaminación transables (Martínez, 2007).

Dentro de las posibilidades que ofrece la economía ambiental para valorar el medio ambiente, el análisis económico presenta diversos métodos y técnicas de valoración, los cuales se agrupan de la siguiente forma:

- Métodos de valoración directa
- Métodos de valoración indirecta
- Métodos de valoración contingente (Machín y Casas, 2006).

Quienes cuestionan la objetividad de las técnicas de valoración arguyen que su propósito y diseño está orientado a realizar la valoración económica monetaria y no apuntan a entregar el valor de la diversidad biológica *per se*. Son sólo estimaciones del valor económico asociado a ciertos bienes o servicios compatibles con la

conservación del patrimonio natural. "Estas estimaciones dan el mínimo valor económico que debería reportar la conservación de la diversidad biológica para que ella fuese una alternativa de uso económicamente justificable" (Figueroa, 2005: 105).

La economía ecológica y la ecología política consideran que no es posible introducir al medio ambiente como una variable más dentro de los modelos económicos, sino que el sistema económico se debe contemplar como parte de otro mayor que es la biosfera. "La economía ecológica se propone incluir valoraciones en términos físicos, siendo común la realización de estudios en términos de análisis de flujos y stocks de la variable objeto de estudio (el consumo de agua, materiales, energía, cualquier otro recurso natural) en un determinado ámbito de aplicación (una zona geográfica, una industria o conjunto de industrias, etc.)" (Granato y Oddone, 2009: 30).

Como propuesta metodológica, esta economía plantea el concepto de metabolismo económico que, por un lado, "considera los *flujos materiales* por unidad de tiempo, que incorporan los insumos procedentes del medio ambiente que pasan al sistema económico (en toneladas o kg/año) y que una vez transformados en bienes y servicios, regresan de nuevo al medio ambiente como residuos. Por otro lado está el *flujo de energía* necesario para poner en marcha la maquinaria económica (combustibles fósiles, biomasa, solar, etc.)" (Carpintero, 2007: 84). Las posibilidades de operativización de la propuesta del metabolismo económico se proponen la comprensión de que los materiales se extraen de la naturaleza, se utilizan y transforman de una u otra manera en la sociedad, y eventualmente vuelven a los ciclos naturales como desechos o emisiones. "Utilizando estadísticas económicas habituales, esto puede explicarse en un cálculo más o menos sencillo de insumos de producción/producción en unidades materiales (kg año-1). El resultado es un 'producto nacional' material, donde en lugar del dinero como unidad contable figuran kilos o toneladas" (Fischer-Kowalski; Haberl, 2005: 35).

3. Perspectiva metodológica del metabolismo social

La investigación recurrió al enfoque metodológico de la contabilidad de flujos de materiales, aplicado al análisis de las operaciones

mineras de Huanuni y Bolívar. Mediante este enfoque se pretende mostrar los ingresos (inputs) de materiales desde los ecosistemas locales a cada operación, medidos en unidades físicas (toneladas) y del mismo modo las salidas (outputs) de materiales, desde las operaciones a cada uno de los ecosistemas locales.

El principio en el que se basa la contabilidad de flujos materiales es la primera ley de la termodinámica sobre la conservación de la materia; según este principio la materia ni se crea ni se destruye, sólo se transforma. En ese sentido, el principal objeto de estudio definido por esta metodología lo constituyen los flujos de entrada y salida entre la naturaleza y las operaciones mineras.

La investigación ha definido dos áreas de estudio para el análisis de los flujos de materiales en las operaciones mineras. La primera comprende la microcuenca del río Huanuni, cuya área de influencia comprende la trayectoria del río Huanuni y San Juan de Sora Sora en los municipios de Huanuni. La superficie del área de estudio alcanza los 590,60 km^2, con una altura promedio de 3.647 msnm (Ver mapa 1). La segunda área de estudio está conformada por la microcuenca Antequera, constituida por el área de influencia del río Antequera o río Pazña que atraviesa la Tercera Sección Municipal Antequera de la Provincia Poopó del departamento de Oruro. La superficie aproximada de esta microcuenca es de 228,91 km^2 (Universidad Técnica de Oruro, 2007: 67), con un promedio de altura de 3.870 msnm (INE-PNUD, 2005: 367).

La población total localizada en el área de estudio de la microcuenca Huanuni es de un aproximado de 19.428 habitantes. El área tiene una presencia de comunidades mayoritariamente quechuas y aymaras (*Ibíd*., 2005: 368). En tanto, en la microcuenca Antequera, la población aproximada es de un total de 3.352 habitantes pertenecientes al municipio de Antequera. Ambos municipios pertenecían en el pasado a las confederaciones aymaras. En la actualidad, sin embargo, la identificación con la cultura quechua es mayoritaria (*Ibíd*., 2005: 372).

4. Unidades de estudio

Las unidades de estudio definidas para la investigación constituyen específicamente cada una de las operaciones mineras; es decir, la operación minera Huanuni y Bolívar en su interrelación con los ecosistemas de las microcuencas donde operan.

a) **Acopio de la información:** El proceso de acopio de la información recurrió a dos tipos de fuentes: primarias y secundarias. Para la indagación de las primeras, se organizó una serie de entrevistas con actores clave de las operaciones de estudio, como funcionarios de las Secretarías Departamentales de Medio Ambiente y Minería de la prefectura de Oruro, del Ministerio de Minería y del Viceministerio de Biodiversidad Recursos Forestales y Medio Ambiente.

b) **Salidas a terreno:** Se realizaron varias salidas a terreno, tratando de ser recibidos en las operaciones mineras. El gerente de la Empresa Minera Huanuni autorizó las visitas con carácter de total libertad. En cambio, la Empresa Minera Bolívar presentó mayores reservas al momento de autorizar nuestras visitas. También se realizaron salidas de campo junto a los comunarios de las centrales provinciales Sora Sora y Acre Antequera a manera de diagnóstico

c) **Entrevistas a informantes clave:** En la empresa minera Huanuni se entrevistó a 15 personas aproximadamente, entre gerentes, encargados, miembros del sindicato y trabajadores mineros. También se entrevistó a los comunarios de la Central Provincial Sora Sora para conocer su percepción y obtener información pertinente. En el caso de la operación minera Bolívar, diversos motivos los llevaron a cancelar las entrevistas programadas, por lo que no fue posible concretar ninguna.

d) **Talleres:** Se realizaron 2 talleres informativos la microcuenca Antequera con las comunidades de la Central Acre Antequera y se aprovechó para acumular información de contexto de la zona.

e) **Reuniones:** Se participó de aproximadamente 4 reuniones con las comunidades del Acre Antequera, otras con la prefectura

y el Viceministerio, para tratar el conflicto por el agua. De la misma manera, se participó de algunas reuniones con la central provincial de Sora Sora.

La variada información acopiada continuó con un proceso de sistematización y tabulación de datos, según los indicadores formulados por la Oficina Estadística de la Unión Europea (EUROSTAT), publicados en 2001 como *Guía metodológica para la estimación de los flujos de materiales*. Dichos indicadores son los de mayor aceptación; por ello, la presente investigación procedió a adaptarlos al análisis concreto de los flujos entre las operaciones mineras y los ecosistemas, los que a continuación se presentan.

Los indicadores derivados de la Contabilidad de Flujos de Materiales (CFM) son los siguientes:

- *Inputs de Materiales Directos (IMD):* Constituidos por todos aquellos materiales que poseen un valor económico y son usados en las actividades productivas y el consumo. En nuestra investigación, el IMD es igual a extracción local más los insumos requeridos del entorno nacional y los insumos importados del contexto internacional.
- *Consumo de Materiales (CM):* Mide el total de materiales directos usados en la operación minera. El CM es igual a IMD menos la salida de materiales en forma de productos (en nuestro caso concentrados minerales).
- *Balance del Intercambio de Materiales (BIM):* Mide el déficit o superávit generado en el intercambio de materiales entre el ecosistema local y los entornos nacional e internacional que se suscitan por efecto de la operación minera. Dicho intercambio se da en términos de introducción de materiales en forma de insumos al ecosistema local por requerimiento de las operaciones en estudio y salida de materiales del ecosistema en forma de concentrados minerales luego del proceso de la operación minera. Este indicador se basa y es equiparable al Balance Comercial Físico de la metodología del EUROSTAT. El BIM es igual al volumen total de insumos nacionales e importados menos las salidas de materiales en forma de concentrados.

- *Outputs de Materiales del Proceso (OMP):* Describe en unidades físicas (toneladas) la cantidad total de materiales liberados al ecosistema local tras ser utilizados en el proceso de las operaciones mineras. Los outputs procesados son resultado del proceso de producción y consumo sucedido en la operación minera y se componen, por un lado, de las emisiones, generación de residuos y vertidos, así como de la disipación y pérdida de materiales por fricción, abrasión, evaporación, etc.
- *Acumulación Neta de Stocks en la operación (ANS):* Describe la cantidad total de materiales que se acumulan en la operación. Es igual al Consumo de Materiales (CM) menos el Output de Materiales del Proceso, cuyo saldo es la Acumulación Neta de Stocks que mide el volumen de materiales acumulados en la operación en forma de infraestructura, reserva de insumos, maquinaria u otros.
- *Balance de flujos directos de materiales:* Describe en unidades físicas la cantidad total de materiales que entran en la operación minera, los materiales que se liberan al ecosistema local tras ser utilizados en el proceso minero y los que se acumulan en la operación como stocks.
- *Extracción Material No Usada (EMN):* Describe los flujos de materiales que se movilizan de manera intencionada y por medios tecnológicos pero que no se consideran apropiados ni destinados a ser utilizados de forma directa en la operación minera. Son los suelos excavados, las áreas ocupadas por la infraestructura de la operación o de disposición de desechos, suelos erosionados, etc.
- *Necesidad Total de Materiales (NTM):* Describe todos los inputs de materiales que entran en la operación minera desde el ecosistema local, en entorno nacional y los procedentes de importaciones, así como la extracción de materiales no usados. Este indicador mide la base material total de la operación minera. La NTM es igual a IMD más EMN.

Para la tabulación de datos se debe contar con unidades de masa. Los criterios utilizados fueron los siguientes:

- Para los combustibles fósiles, la materia prima de construcción y la biomasa, las unidades estuvieron dadas en unidades de volumen (cubos, galones, litros, etc.). Para transformar a toneladas se utilizó la definición de densidad:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Despejando se tiene que:

$$m = \rho * V$$

Donde:

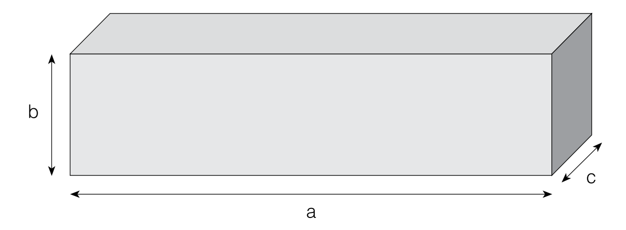
ρ = Densidad

m = Masa

V = Volumen

- En el caso de la madera, las unidades estuvieron dadas en número de piezas y dimensiones, por lo que primero se calculó su volumen.

$$V = a * b * c$$



A continuación, mostramos una lista de materiales con sus respectivas densidades:

Cuadro 1
Densidades de los materiales

Material	Densidad (kg/m^3)
Gasolina	680
Diesel	870
Aceite Torcula	896
Aceite Omala	903
Aceite Hidráulico	838
Pintura Látex	141
Madera	900
Piedra manzana	2.710

Fuente: Elaboración propia con base en catálogos y especificaciones de cada material.

- En el caso de los explosivos y herramientas de repuesto, las unidades estuvieron dadas en cajas, piezas, etc. Para transformarlos a unidades de masa, se utilizaron catálogos de cada producto, donde se especifica el peso unitario.

$$m = n * W$$

Donde:

m = Masa del material

n = Número de piezas

W = Peso unitario de la pieza

CAPÍTULO II

Contexto ecológico y social de Antequera y Huanuni

1. Cuencas hidrográficas como unidades de análisis de los ecosistemas

Los autores Mass y Cotler analizan los elementos que hacen a un ecosistema, así como los procesos que los integran:

> Una de las dificultades para el estudio de los ecosistemas es su carácter "abierto" lo cual le confiere cierta complejidad para su comprensión. Los flujos de materia y energía que suceden en ellos y sus procesos de almacenamiento operan a diferentes escalas espaciales y temporales. Los diversos procesos, como la descomposición de la materia orgánica en el suelo o la fotosíntesis, pueden darse en unos cuantos metros cuadrados u operar en términos de días o meses. Del mismo modo, otros procesos pueden tomar más tiempo y requerir grandes espacios, como es el caso del control del clima o la recarga de acuíferos (Mass y Cotler, 2007: 46-47).

De igual manera, refieren la importancia de una cuenca hidrográfica en cuanto a ecosistema se refiere y por lo que son excelentes unidades de estudio:

> El concepto de cuenca hidrográfica permite superar la dificultad analítica que nos plantea el carácter "abierto" de los ecosistemas, proporcionándonos una mejor apreciación y control de las interacciones entre sistemas colindantes. Las cuencas hidrográficas pueden ser entendidas como unidades de un ecosistema, debido a su topografía y su característica de que el agua drena a un punto común. Sus límites están definidos de manera funcional (su parteaguas), lo que permite aislar de manera más eficiente los flujos de entrada y salida de materiales al ecosistema (*Ibíd*.: 48).

Las cuencas hidrográficas tienen un carácter jerárquico y anidado en el que una gran cuenca (50.000 a 800.000 km^2) está formada por subcuencas más pequeñas (5.000 a 50.000 km^2), las que a su vez están conformadas por otras cuencas menores aún más pequeñas (menor a 5.000 km^2).

En nuestro caso, tenemos dos unidades de estudio: la cuenca menor del río Huanuni, que tiene una extensión de 787,5 km^2 y la cuenca menor del río Antequera, con una extensión de 270 km^2 (Prefectura de Oruro, 2005: 1) En ambas estudiaremos los principales factores que hacen a su funcionamiento: las características de sus aguas, suelos, flora, fauna, agricultura, ganadería y las principales actividades del hombre.

La cuenca menor del río Huanuni es parte de la subcuenca del lago Poopó. Se encuentra en medio de la Cordillera de los Frailes a una altura promedio de 3.647 msnm; al sud oeste limita con la cuenca menor del río Santa Fe. Nace en la población de Bombo con el nombre de río Pucara, convirtiéndose luego en río Huanuni. Antes de ingresar al pueblo del mismo nombre, recibe aportes de los ríos Toco Toconi y río Ituntata y escurre sus aguas a lo largo de 55 km hasta desembocar en el río Sora Sora. Tiene como su principal afluente al río Venta y Media, además de una serie de pequeños afluentes, tanto permanentes como intermitentes, que drenan por quebradas profundas, los mismos que actúan como tributarios estacionales de aguas superficiales y subterráneas del sistema (Ver Mapa 1).

Por las características de las aguas del río Huanuni, podemos dividirlo en dos tramos:

El primero va desde la población de Bombo hasta la comunidad de Pata Huanuni, que es donde se inicia la actividad minera. En este primer tramo, las aguas son de clase B (aguas de utilidad general que requieren tratamiento para consumo humano), por lo que sólo tienen uso para la toma del ganado; la calidad de las aguas tiene un pH de 7,9 a 8,3 (ligeramente alcalino), mientras que la calidad para la aptitud de riego es S1 (bajo contenido de sodio) y C1 (bajo contenido de sales). Son aguas muy recomendables para el riego, aunque el caudal es casi insuficiente (0,18 m^3/s a 0,53 m^3/s), sólo apto para pequeñas áreas.

Mapa 1. Ubicación geográfica del área de estudio



Fuente: Elaboración propia con base en Información Geográfica de Bolivia.

El segundo tramo comienza aguas abajo de la comunidad de Pata Huanuni, desde donde se inicia la actividad minera, y se deteriora drásticamente a partir del Ingenio Santa Elena y del vertido de aguas de mina. La calidad de las aguas es de clase D, lo que las hace aguas altamente tóxicas. El pH oscila entre 3,5 a 3,9 (muy ácido); el caudal medido fue de 0,21 m^3/s a 0,32 m^3/s, mostrando que esta agua tiene un contenido S1 (bajo en sodio) y C3 (alto contenido en sales), lo que la hace no apta para el riego. Incluso, existe un alto riesgo de contaminación hacia las tierras de cultivo por la degradación de la cobertura vegetal, con efectos nocivos para la flora y fauna acuática (Prefectura de Oruro, 2005).

En este segundo tramo también identificamos al río Venta y Media, el cual es el principal aportante de la cuenca menor del río Huanuni. Éste tiene aguas de clase B, con un pH de 6,4 a 7,8 y son aguas recomendadas para el riego. Sin embargo, el caudal también es muy bajo, lo que hace que su aprovechamiento sea solamente para uso local de la población. Este río se une con el río Huanuni después de la población de Huanuni, perdiendo así su calidad y su aprovechamiento.

En el siguiente cuadro mostramos un resumen de la calidad de las aguas de la cuenca menor del río Huanuni.

Cuadro 2
Características y calidad de aguas

	Clase	pH	Caudal (m^3/s)
Bombo - Antes de Pata Huanuni	B	7,9 - 8,3	0,18 a 0,53
Pata Huanuni - Río Sora Sora	D	3,5 - 3,9	0,21 a 0,32
Río Venta y Media	B	6,4 - 7,8	0,0296

Fuente. Elaboración propia con base en Prefectura de Oruro, 2005 y Manifiesto Ambiental Allied Deals, 2000a.

2. Descripción hidrográfica de la microcuenca del río Antequera

La microcuenca Antequera nace en las partes altas de la Cordillera de los Frailes, en la serranía conformada por los cerros de Cóndor Ichiña, Chuncho y Chualla, conocida con el nombre de Chapana, a

una altura de 3.972 msnm. Ocupa un área de 240,5 km^2 y al llegar a la población de Antequera cambia de nombre al del mismo municipio. Es de morfología montañosa con laderas escarpadas formadas por la actividad erosiva del río, desde el tope oriental del pueblo de Antequera hasta el asentamiento de Avicaya (PDM Antequera, 2006) (Ver Mapa 2).

Por las características del río Antequera, podemos dividirlo en dos tramos:

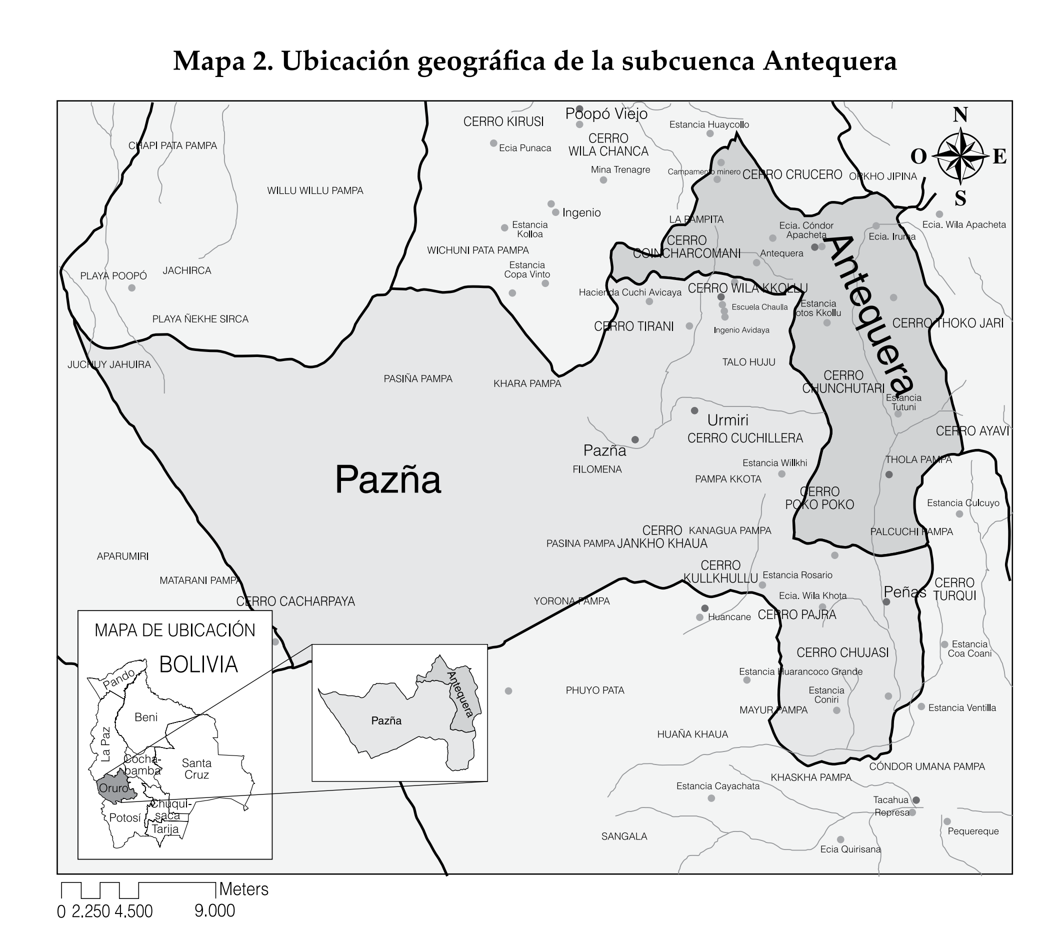
El primero, desde la población de Taloco hasta la población de Antequera, que es donde se inicia la actividad minera. En este primer tramo las aguas son de clase A y su principal uso es para riego y para la toma del ganado. El segundo tramo inicia aguas abajo de la población de Antequera. En este sector la calidad de las aguas se deteriora drásticamente a partir de la mina Bolívar y de los pasivos ambientales mineros, convirtiéndose en aguas de clase D, lo que las hace no aptas para el riego. Al igual que en el río Huanuni, se convierten en zonas de riesgo para las tierras de cultivo por la degradación de la cobertura vegetal, con efectos nocivos para la flora y fauna acuática.

3. Características de los suelos de las cuencas menores de Antequera y Huanuni

Los suelos de los municipios de Huanuni y Antequera constituyen los pies de monte que son áreas con pendientes suaves, potencialmente agrícola-pecuarias. Los suelos son profundos con una provisión de agua aceptable durante la época de lluvia y una permeabilidad lateral buena, evitando de esta manera encharcamientos (Prefectura de Oruro, 2005).

Geológicamente, los suelos de ambas microcuencas están formados por rocas silúricas consideradas como las más importantes guías litológicas para estudios de exploración minera, ya que la gran mayoría de los yacimientos minerales está relacionada con estas rocas (*Ibíd*.). Se han identificado unidades litológicas sedimentarias, metamórficas, rocas ígneas intrusivas y efusivas, diferenciándolos a nivel de sistema en razón de las escalas de trabajo, cuyo orden de sucesión cronológica va desde el paleozoico hasta el cenozoico (*Ibíd*.).

Mapa 2. Ubicación geográfica de la subcuenca Antequera



Fuente: Elaboración propia con base en la Información Geográfica de Bolivia.

Las rocas están constituidas por materiales inconsolidados provenientes de las partes altas. Principalmente, vienen de procesos fluviales, lavaje de mantos y de la aparición de material grueso. Los componentes principales son gravas y arcillas y el pH del suelo presenta rangos ligeramente ácidos, neutros y moderadamente alcalinos. La conductividad eléctrica (CE) reporta valores normales (< 4,00 mmhos/cm) (Prefectura de Oruro, 2005). Con el objetivo de comprender mejor la ciencia del suelo, sus propiedades, dinámicas y funciones como parte del paisaje y los ecosistemas, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) ha venido generando información de línea base de suelos, respecto de su morfología, uso potencial y otras características obtenidas a través del estudio y la descripción del suelo. Esta información permite disponer de una base para la clasificación, como para la interpretación de las funciones medioambientales del suelo. En ambas microcuencas la textura superficial de los suelos es variable. De acuerdo a la aptitud de riego y uso, la FAO propone la clasificación por textura y tipo de suelo:

Cuadro 3
Textura y tipo de suelo

Provincia	Tipo textural
Pantaleón Dalence	Franco arcilloso, limoso, moderadamente profundo (70 cm) napa freática a 2,5 m.
Poopó	Arenoso a franco, profundidad 30 a 40 cm.

Fuente: Diagnóstico preliminar SETEPROCA, en SEDAG, 2009.

La textura de estos suelos nos indica que, pese a tener características aceptables para el desarrollo agrícola por ser moderadamente finos, son susceptibles a la erosión natural o antrópica. En las colinas los suelos son poco profundos y muy pedregosos, por tanto existe una baja retención de agua/nutrientes. Por otro lado, la clasificación por capacidad de uso de los suelos es el ordenamiento sistemático, práctico e interpretativo de los diferentes grupos de suelos con el fin de mostrar sus usos. Esta clasificación se basa en las limitaciones permanentes del suelo, el cual requiere continuas prácticas para superar los riesgos después de que ha sido acondicionado para el uso. Con el fin de clasificar los suelos por su capacidad de uso, el Servicio

de Conservación de Suelos (USDA), desarrollado por Kligebiel y Montgomery en 1961, propone la clasificación de suelos por tipo.

En el cuadro siguiente presentamos los tipos de suelos presentes en las operaciones mineras de Huanuni y Antequera según la clasificación de la USDA:

Cuadro 4
Clasificación por uso de suelos presentes en las operaciones mineras de Huanuni y Antequera

	Características	Uso potencial
Suelos clase IV	Suelo con buenas propiedades edáficas. Esta clase de suelo es de transición entre los apropiados para cultivo y destinados a vegetación permanente, siendo la segunda lo más usual para la región, principalmente por la importancia que tiene la cría de ovinos, vacunos y llamas.	Suelos apropiados para cultivos limpios ocasionales, mediante el uso de prácticas intensivas de conservación. Utilizan gran parte de los terrenos para vegetación permanente, ya sea como pradera nativa, como pradera manejada o pastos mejorados y adaptados a condiciones locales.
Suelos clase VI	Suelos cuyas propiedades edáficas son en gran parte hidromórficas, debido a las inundaciones estacionales, principalmente durante los meses de enero a marzo.	Suelos destinados a mantener vegetación nativa, aptos para actividad agrícola en lecho del río. Es común que los terrenos sean aprovechados para el pastoreo durante la época seca.
Suelos clase VII	Suelos no apropiados para cultivos, muy superficiales, bastante pedregosos, susceptibles a erosión hídrica laminar y en cárcavas.	Por las características del suelo, deben usarse para la siembra de especies arbustivas o pastos. El pastoreo debe ser rigurosamente limitado.
Suelos clase VIII	Comprende principalmente terrenos quebrados pedregosos y áridos, laderas montañosas, generalmente con pendientes pronunciadas; muy susceptibles a erosión hídrica.	Suelos inapropiados para el cultivo y pastoreo; sin otro uso posible que para actividades de la mina, por ser zona netamente minera.

Fuente: Elaboración propia con base en el Manifiesto Ambiental COMSUR Bolívar, 1997 y Allied Deals Huanuni, 2000a.

4. Recursos de la región

Las serranías y planicies de ambas microcuencas presentan una moderada actividad agrícola. Los principales cultivos desarrollados son los forrajeros, tubérculos y leguminosas. Sin embargo, tienen entre sus limitantes la falta de agua, que condiciona el aumento de la superficie cultivable; por tanto, los productores adecuan su estructura productiva considerando el tiempo, especies y lugares de

siembra. La superficie total cultivada en ambas microcuencas es de 63,28 hectáreas.

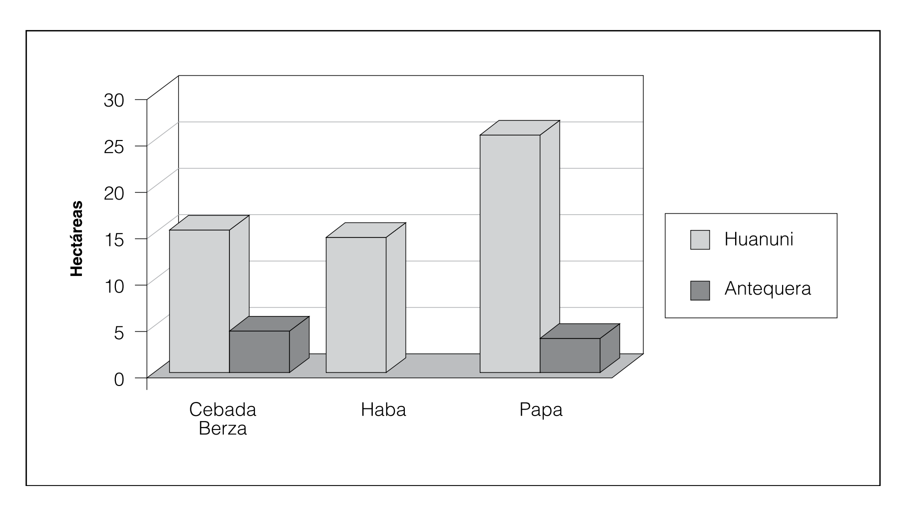
Cuadro 5
Superficie cultivada en hectáreas

Producto	Huanuni	Antequera
Cebada Berza	16,02	3,50
Haba	14,18	
Papa	26,08	3,50
Total	**56,28**	**7,00**

Fuente: Elaboración propia con base en datos del SEDAG, 2004.

La agricultura desarrollada en la zona de estudio es realizada bajo sistemas productivos tradicionales que actualmente están en un proceso de transformación, tecnificación y mecanización agrícola. A pesar de las adversidades, los cultivos presentes en ambas microcuencas responden positivamente a las condiciones climáticas, como al tipo de suelos del altiplano central.

Gráfico 1
Superficie cultivada en hectáreas



Fuente: Elaboración propia con base en datos del SEDAG, 2004 y PDM Antequera, 2006.

La producción de forrajeras y tubérculos en ambas microcuencas es usada para el forraje de ganado, consumo y venta, respectivamente. La relación de volumen producido por especies cultivadas es la siguiente:

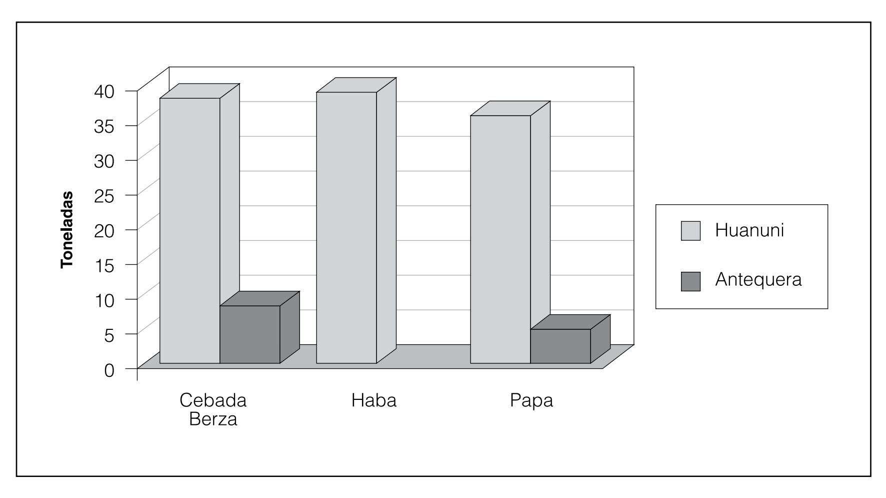
Cuadro 6
Volumen de producción (Toneladas)

Producto	Huanuni	Antequera	Total
Cebada Berza	38,30	8,37	46,67
Haba	39,13		39,13
Papa	35,90	4,83	40,73
Total	**113,33**	**13,20**	**126,53**

Fuente: Elaboración propia con base en datos del SEDAG, 2004.

El volumen de producción refleja la tendencia a una mayor producción pecuaria; por ejemplo, el volumen de la cebada berza producido en ambas cuencas es mayor que el resto de los cultivos y, como sabemos, este es uno de los cultivos forrajeros más importantes para el ganado vacuno y ovino.

Gráfico 2
Volumen de producción (Toneladas métricas)



Fuente: Elaboración propia con base en datos del SEDAG, 2004.

El volumen total producido entre los tres principales cultivos es de 126,53 toneladas, de las que la papa y el haba están destinadas en gran medida a la venta en mercados y ferias locales.

Cuando nos referimos a la flora, hablamos de las especies de plantas que crecen sin la intervención del hombre y son propias del ecosistema. Es así que la vegetación presente en las microcuencas de Huanuni y Antequera asciende aproximadamente a 45 especies. Según los Planes de Desarrollo Municipal (PDMs) realizados por sus municipios, estas son características de las cuencas alto andinas con praderas nativas como: queñuales, tholares, kauchiales, pajonales, chijiales y otros. Además, los matorrales y forrajes nativos son significativos en ambas cuencas. Es necesario destacar la presencia de bofedales en las zonas altas donde se concentra una diversidad mayor de flora nativa de la región.

Los asentamientos humanos y actividades mineras han modificado continuamente el hábitat de estas especies, destruyendo determinadas formas y los medios de sustentabilidad y capacidad regenerativa. No conocemos de estudios o prácticas de manejo que permitan la recuperación y conservación. Sólo se aplican acciones de quemado de la vegetación que tratan de mejorar las pasturas por la deforestación y la erosión genética de determinadas especies, destruyéndose la estructura de las formas vitales desarrolladas en muchos años.

Respecto a la ganadería, la población de las microcuencas Huanuni y Antequera tiene entre sus principales actividades la producción pecuaria y agrícola, casi con los mismos niveles de importancia y variando sólo en la localización de la actividad intensiva de cada uno de ellos. Con todo, se considera importante a la pecuaria por ser la que ofrece mayor seguridad productiva, alimentaria y económica, aunque en la mayoría de los casos se constituya sólo como un medio de subsistencia. Es así que las especies que se priorizan para la crianza son el ganado bovino, ovino y camélido, todas especies de raza criolla. Sin embargo, se tiene razas mejoradas en ovino (Caras Negras y Merinos) y bovinos (Holstein y Pardo Suizo) pero en bajo porcentaje.

Cuadro 7
Número de cabezas de ganado

Subcuenca	Número de cabezas			Total
	Ovinos	Camélidos	Bovinos	
Antequera	2.970	1.250	247	4.467
Huanuni	3.547	3.721	160	7.428
Total	**6.517**	**4.971**	**407**	**11.895**

Fuente: Elaboración propia con base en datos del SEDAG, 2004.

Como se observa en el anterior cuadro, el ganado ovino es el más representativo en ambas microcuencas, con 6.517 cabezas, seguidos por el ganado camélido, con 4.971 cabezas y por el ganado bovino en menor número. En la cuenca menor del río Huanuni, las áreas de pastoreo más importantes se encuentran en la zona de Pata Huanuni y las comunidades de Aco Aco, Realenga y Viluyo. En estas zonas se hallan extensiones de territorio con pastos y praderas nativas; por lo tanto, también hay una mayor disposición a la cría de ovinos y vacunos. En el caso de la microcuenca Antequera, los predios comunales con forrajes cultivados y pastos nativos son menores en relación a la microcuenca Huanuni, lo que corresponde a la cantidad de cabezas de ganado. Ello explica que la cantidad de cabezas de ganado vacuno sea menor a la de la microcuenca Huanuni. Otra parte importante de los hatos son los camélidos que superan en más de la mitad a la cuenca menor del río Antequera.

A diferencia del ganado vacuno y camélido, la mayor cantidad de ganado ovino se encuentra en la microcuenca Antequera. Esto se debe a que las serranías tienen una diversidad de pastos nativos aptos para este tipo de ganado. En ambas microcuencas las familias crían porcinos, aves de corral y animales de tracción en cantidades menores que son complementarias a la dieta y la economía familiar y no son mencionadas en los cuadros realizados. Finalmente, si hacemos una relación entre el volumen de cebada que se produce en las microcuencas de Huanuni y Antequera encontramos que se producen 0,0052 Tn de cebada por cabeza de ganado y 0,0019 Tn de cebada por cabeza de ganado respectivamente; estas cifras nos muestran la alta dependencia que existe de la producción ganadera de la cebada berza producida en ambas microcuencas.

Gráfico 3
Número de cabezas de ganado

Fuente: Elaboración propia con base en datos del SEDAG, 2004.

En lo que respecta a la infraestructura pecuaria, se pueden encontrar corrales descubiertos construidos con tierra y paja, exponiendo a los animales a todas las inclemencias climáticas, lo que acentúa la mortandad, especialmente de crías y animales mal alimentados. En casos excepcionales, se tienen corrales cubiertos construidos para el ganado lechero. Se disponen de vigiñas (estanques de tierra para su almacenaje) y en los niveles más avanzados perforan pozos de agua destinados para los bovinos. De acuerdo con la importancia otorgada a la producción, sólo en este rubro se realizan controles sanitarios como tecnologías de producción (SEDAG, 2009).

Respecto a la fauna silvestre, las serranías alto andinas en ambas cuencas tienen características sub húmedas por su cercanía a los lagos Uru Uru y Poopó, que con todas sus formaciones vegetales albergan una amplia variedad de aves (águila, búho, colibrí pico espada, cóndor, halcón, lechuza, paloma, perdiz, etc.); mamíferos (vicuña, zorrino, vizcacha, topo, ratón, rata altiplánica, etc.) y reptiles (lagartos y víboras). Aproximadamente, existen 29 especies. La mayor parte tiene su hábitat en matorrales boscosos, bosque con thola, pajonales y chaparrales de queñua, siendo poco frecuente encontrarlas en la puna árida, cuya presencia es menor.

5. Contexto socioeconómico

Para hablar del contexto social de Oruro, se debe tomar en cuenta la identidad étnica de su población. El departamento de Oruro se caracteriza por concentrar en su territorio a un número significativo de comunidades indígenas. Más del 73% de la población orureña pertenece a alguna de las naciones originarias, sean quechuas, urus o aymaras. Es así que la microcuenca Huanuni tiene una presencia de comunidades mayoritariamente quechuas y aymaras. Las comunidades que habitan en la microcuenca Antequera pertenecían en el pasado a las confederaciones aymaras. En la actualidad, sin embargo, la identificación con la cultura quechua es mayoritaria. La historia de la minería en ambas regiones es antiquísima, pero también lo son los enclaves agrícolas colindantes por la existencia de microclimas, aguas y pastos nativos en abundancia. Por ello, tanto en Antequera como en Huanuni se crearon haciendas dedicadas a la actividad agrícola y pecuaria.

Cuadro 8
Población por municipios

Municipio	Población quechua	Población aymara	Español
Huanuni	27,44%	9,76%	62,53%
Antequera	45,85%	3,20%	50,88%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2001.

En este sentido, el bilingüismo, e incluso el trilingüismo, es una característica fundamental de la región. Según el informe del INE, más del 80% de la población de la región habla al menos dos idiomas. De la misma manera que existe una convivencia interétnica, coexisten diversas formas de organización, un grueso sector representado y aglutinado en los ayllus originarios que se encuentran en los sindicatos agrarios.

Con respecto a la demografía y dinámica poblacional, por las características de la investigación y la delimitación del área de estudio, se considera a los municipios de Huanuni y Antequera. La población total de ambos municipios asciende a 22.780 habitantes distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro 9
Población rural y urbana por municipio

Municipio	Población rural	Población urbana	Total
Huanuni	4.322	15.106	19.428
Antequera	3.352	0	3.352
Total	**7.674**	**15.106**	**22.780**

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2001.

En el cuadro anterior podemos observar que la población urbana del municipio de Huanuni es tres veces mayor a la población rural. Este fenómeno no ocurre en el municipio de Antequera, donde la población urbana es prácticamente de cero habitantes, concentrándose la población en áreas rurales. Ambos fenómenos están relacionados directamente con la actividad minera de las regiones. En promedio, la tasa de crecimiento intercensal en ambas cuencas menores es de -1,58 habitantes, mostrando así que no existe un crecimiento positivo de población. Ello puede reflejarse directamente en los altos índices migratorios del departamento de Oruro y sus municipios.

Ahora bien, debe hacerse un énfasis en los niveles de pobreza de la región. En el cuadro siguiente observamos que en ambos municipios el porcentaje de pobreza es mayor al 64%. En el caso del municipio de Antequera, esta población pertenece al sector campesino-indígena, debido a que toda la población de este municipio se concentra en el área rural.

Cuadro 10
Porcentaje de pobreza en los municipios

Municipio	Total población pobre	Total población no pobre	Total	Porcentaje de pobreza
Huanuni	12.412	6.696	19.108	64,96%
Antequera	2.158	1.194	3.352	64,37%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2001.

La población que habita en los municipios de Huanuni y Antequera generalmente tiene más de una ocupación y por ende más de

una actividad económica. Así, es común encontrar a una persona que trabaja en la mina y en sus vacaciones se dedica a la siembra y cuando hay necesidad también trabaja en construcción. El Instituto Nacional de Estadística (INE) se refiere a los grupos ocupacionales como a la población económicamente activa; es decir, personas de 10 años o más que trabajan o buscan trabajo activamente. El estudio realizado el año 2001 por el INE con relación a los grupos ocupacionales en los municipios de Huanuni y Antequera se muestra en el siguiente cuadro. En él observamos que aparece una actividad que no es mencionada como económica o principal. Nos referimos al grupo de "industria extractiva, construcción, manufactureros"; ocupacionalmente este grupo llega a cobrar importancia, sobre todo en el municipio de Huanuni, con el 44,23% de población que se dedica a la minería entre otras actividades.

Cuadro 11
Principales grupos ocupacionales

Municipio	Principales grupos ocupacionales	Porcentaje
Huanuni	Industria extractiva, construcción, manufactureros	44,23%
	Agropecuaria, pecuaria, pesca	16,42%
Antequera	Agricultura, pecuaria y pesca	57,69%
	Industria extractiva, construcción, manufactureras	12,36%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2001.

Por ello mismo, la tendencia a nivel de grupos ocupaciones reproduce también esta concentración. Las principales ocupaciones del municipio de Antequera son la agricultura, pecuaria y pesca y esto supone que este municipio tiene una fuerte demanda del recurso agua, vital para el desarrollo de estas actividades. Se conoce que al ser la explotación minera la segunda actividad más importante en la región, se genera eventualmente una migración estacional o temporal de jóvenes hacia las operaciones mineras. Como se manifiesta, "este fenómeno ha producido también la migración temporal de gente joven hacia los centros mineros, dejando abandonadas las parcelas de cultivos que son atendidas en gran proporción por adultos mayores que ya no pueden acceder a un trabajo en la mina y niños que han sido encargados al cuidado de los abuelos" (Rocha, 2008: 75). Esta afirmación deja en evidencia que, si bien el municipio de Antequera tiene en la producción agropecuaria y la pesca la base de su economía,

la misma no necesariamente satisface las necesidades básicas de los pobladores.

Las principales actividades económicas, siguiendo la definición del INE y el levantamiento de datos del 2001, son aquellas que agrupan la mayor parte de personas que desempeñan algún trabajo. Según el INE, por las características ecológicas de la región, un grueso sector de la población de estos municipios tiene como principal actividad económica a la agricultura y la ganadería. La población restante se dedica a la minería, extracción de canteras y manufactura, entre otros.

Cuadro 12
Principales actividades económicas

Municipio	Principales actividades económicas	Porcentaje
Huanuni	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	69,68%
	Industria manufacturera	5,05%
Antequera	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	43,86%
	Industria manufacturera	13,37%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2001.

Es así que aun en el municipio de Huanuni, considerado y definido como un "municipio eminentemente minero", la principal actividad económica es la agropecuaria. Si bien esta actividad es importante, en realidad hablamos de una agricultura pequeña. De la misma manera, la producción ganadera no es significativa; por ello, deducimos que a pesar de ser la agropecuaria la actividad central de estos municipios, la misma es de subsistencia y es complementaria a otras actividades económicas.

En el municipio de Antequera, la actividad económica más relevante resulta ser la actividad agrícola y pecuaria (además de la caza y la silvicultura). El patrón de producción en cuanto a cultivos y ganado es similar al del municipio de Huanuni; sin embargo, la diversidad de tierras y acceso a fuentes de agua hace que estos dos municipios cuenten con mejores condiciones para el desarrollo de estas actividades.

CAPÍTULO III

Metabolismo minero en las subcuencas Huanuni y Antequera

1. Rasgos generales de las operaciones mineras

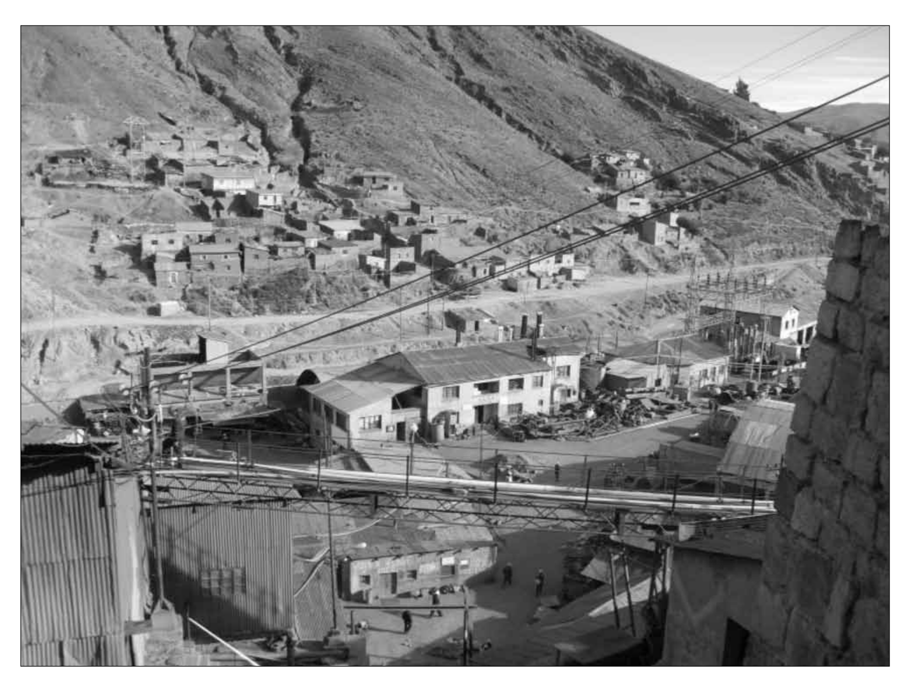
a) Empresa minera Huanuni

Esta empresa se localiza en el municipio del mismo nombre, provincia Pantaleón Dalence, a 47 kilómetros al este de la ciudad de Oruro. La operación está dedicada a la extracción de estaño (Sn), cuyo principal yacimiento está depositado en el cerro denominado Pozokoni.

La explotación industrial del yacimiento se inició a finales del siglo XIX con varias compañías inglesas, como Penny Duncan, Harrison y otras. En la década de los 20 pasó a ser controlado por la Patiño Mines, que realizó su explotación intensiva hasta 1952, año de la revolución nacional en el que es nacionalizada y pasa a formar parte de las operaciones estatales de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL). Se mantiene bajo esa administración hasta el año 1999, cuando nuevamente es transferida a la administración privada mediante la suscripción de un contrato de Riesgo Compartido (Joint Venture) entre COMIBOL y la compañía inglesa Allied Deals.

Sin embargo, esa última administración privada fue corta. El año 2002, ante el incumplimiento de algunos términos del contrato y la situación de crisis financiera de la matriz en Inglaterra, el Estado realizó la intervención judicial bajo la denominación "RBG Intervención". Finalmente, el año 2006 en medio de un violento conflicto entre mineros asalariados de la empresa y del sector de las cooperativas por la posesión del yacimiento, la empresa retornó a la administración

absoluta de la COMIBOL. Se incorporó a los mineros cooperativistas como trabajadores regulares incrementándose desde entonces su fuerza laboral de algo más de 700 a cerca de 4.560 trabajadores (EMH Departamento de Estadística, 2009). El repentino crecimiento de su fuerza laboral forzó a la empresa a incrementar los volúmenes de extracción, pasando de un promedio de 400 Tn/día, a cerca de 1.000 Tn/día. Actualmente, se toman las previsiones para alcanzar las 1.400 Tn/día y las proyecciones futuras a mediano plazo plantean alcanzar 3.000 Tn/día (Entrevista con Ades Vargas, miembro de control social de la EMH, 10/06/09).



Vista panorámica del interior de la Empresa Minera Huanuni. Fotografía: Silvana Lafuente Tito, junio 2009.

El proceso de explotación del yacimiento se inicia con las labores propias de preparación y posterior explotación del rajo en interior mina. La carga mineral extraída se procesa para su concentración en dos ingenios. El primero, el de Santa Elena, funciona desde hace aproximadamente 64 años, con una capacidad nominal de 1.000 Tn/día, que ahora ha sido ampliada y modificada para incrementar su capacidad a 1.200 Tn/día. El segundo ingenio es el de Machacamarca,

distante a unos 15 km del distrito minero donde se procesan cerca de 200 Tn/día. Una vez procesado el mineral, se obtiene entre 500 y 850 Tn/mes de concentrados de estaño con una ley promedio de 43,79%, el mismo que es comercializado en el Complejo Metalúrgico Vinto en la ciudad de Oruro (EMH Departamento de Estadística, 2009).

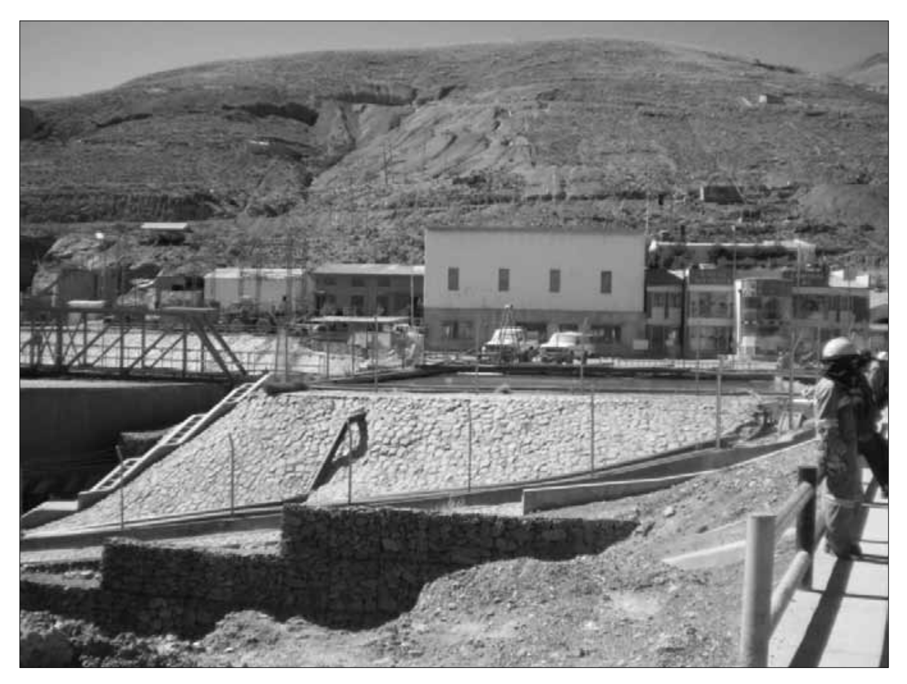
A diferencia de otras empresas mineras, en la Empresa Minera Huanuni se tiene la unidad de control social que cuenta con resolución ministerial de 2002. Tiene como principal objetivo controlar la economía de la empresa y vigilar todo el movimiento económico. De esta manera, se hace el control de adquisición de las compras, ventas, etc. La empresa cuenta con un proyecto, Dique de Colas, realizado el año 2006 (que no fue implementado), con Manifiesto Ambiental, auditoria de línea base ambiental y licencia para actividades con sustancias peligrosas aprobadas por la Autoridad Ambiental Competente el 6 de julio de 2000. Todos estos documentos fueron elaborados por la empresa Allied Deals Minera Huanuni S.A. a través de la consultora Ecología y Empresa. Sin embargo, desde esa fecha no existe otra documentación, como reportes de periódicos, actualización de licencia por cambio de razón social (DGMACC Nº 100/2009).

Otra información importante está contenida en el reporte de Auditoría Ambiental de 1994, realizado por la Corporación Minera de Bolivia a través de la consultora Swedish Geological AB, con el objetivo de realizar una evaluación del estado del medio ambiente externo. Ambientalmente, el mayor problema es la contaminación de las aguas por el vertido de colas de los ingenios Santa Elena y Machacamarca, afectando las fuentes de agua superficiales y subterráneas, además de suelos a lo largo de la microcuenca.

b) Empresa minera Bolívar

La empresa minera Bolívar está localizada en el municipio de Antequera, provincia Poopó, a 75 kilómetros de la ciudad de Oruro. La explotación de la mina Bolívar tiene antecedentes que datan de la colonia española y que continúan durante más de la mitad del siglo XX por operadores privados, hasta marzo de 1971. En esta fecha fue revertida por el Estado a la COMIBOL. En agosto de 1993 fue transferida a la administración privada de la Compañía Minera

del Sur (COMSUR), a través de un contrato de Riesgo Compartido (Joint Venture) suscrito con la COMIBOL, vigente hasta hoy. Hubo, no obstante, un cambio de razón social de COMSUR, el año 2006, a Sinchi Wayra S.A., subsidiaria de la compañía Glencore de Suiza (Sinchi Wayra, 2007a).



Vista panorámica de la Empresa Minera Sinchi Wayra-Proyecto Bolívar. Fotografía: Emilio Madrid Lara, agosto 2009.

La operación se dedica a la explotación subterránea de concentrados de zinc y plomo acompañados de plata, mediante el sistema de vetas, subniveles y taladros largos, culminando con la concentración por flotación diferencial. Paralelamente, se tiene el sistema convencional de corte y relleno hidráulico, utilizándose las colas de la planta concentradora (Sinchi Wayra, 2006b). Se pueden distinguir dos momentos importantes de la operación. Un primer momento, el año 1997, fecha de su Manifiesto Ambiental, en el cual el volumen de producción declarado es de 1.400 Tn/día para la obtención de 5.400 toneladas de concentrado de zinc y 100 toneladas de concentrado de plomo (COMSUR Manifiesto Ambiental, 1997). El segundo momento,

el año 2006, fecha en la que requiere la actualización de su licencia ambiental debido al incremento de los volúmenes de producción a 2.000 Tn/día. Incorpora modificaciones en el proceso de molienda, flotación, pesado y filtrado y cuentan con una planta concentradora de capacidad para tratamiento aproximado de 330.000.000 Tn/año. Igualmente, cuentan con un separador de las colas, que constituyen aproximadamente el 80% del tonelaje mencionado. El producto final no comercial es depositado en el dique de colas de la operación (Sinchi Wayra, 2007a).

El proceso de operación consiste en que el mineral extraído de interior mina, una vez depositado en cancha mina, es transportado mediante una correa a un buzón tipo parrilla para su selección. Posteriormente, llega a la planta donde se realiza la molienda e ingresa a la etapa de flotación diferenciada de donde se obtienen los concentrados de plomo, plata y zinc. Las colas son bombeadas desde la planta de concentración hacia el depósito de colas. Cuentan con dos diques de colas: el antiguo, que actualmente tiene instaladas bombas por las que se efectúa el reciclaje de agua a la planta de tratamientos y el nuevo dique, que tiene una capacidad de 1.877.100 m^3, en el cual se depositan todas las colas (Sinchi Wayra, 2006b).

La licencia ambiental de la operación fue otorgada mediante Declaratoria de Adecuación Ambiental el 31 de julio de 1997. La misma fue actualizada en tres oportunidades: la primera el 2001 y dos últimas el 2006; una por cambio de razón social y la otra por incremento de producción. El último informe anual entregado a la Autoridad Ambiental Competente corresponde a la gestión 2007 (DGMACC Nº 100/2009). Entre otros documentos cuenta con Estudios de Evaluación de Calidad de Aire, por la consultora SGS Bolivia; Proyecto Nueva Presa de Colas Queaqueani y Manual de Operaciones-Plan de Emergencia, por la consultora AMEC; Estudio Sísmico Proyecto Dique de Colas Mina Bolívar, por el Observatorio San Calixto y Proyecto Planta de Tratamiento de agua, por la consultora Sanitary Environmental Engineering Consulting SRL (SEEC SRL).

Respecto de los conflictos ambientales, haremos mención de los más resaltantes: el conflicto que atraviesa la empresa con los comunarios de la microcuenca Antequera por la escasez de agua en la zona

y las comunidades aledañas. Los pobladores atribuyen que el secado de vertientes y la disminución de caudales se deben a la profundización de la operación minera. Por ello, existen varios compromisos, entre ellos la dotación de agua en épocas secas y la realización de un estudio hidrogeológico independiente (Subcentral Acre Antequera Pliego de Demandas, 2008). Otro conflicto se suscitó en febrero de 2008 con el derrame en el río Antequera de cerca de 30 mil litros de colas de la mina Bolívar operada por Sinchi Wayra. Según el informe que presentó la empresa Sinchi Wayra (ex COMSUR), este tercer incidente se produjo por la fisura de las tuberías que canalizan las colas al dique.



Dique de colas de la Empresa Minera Sinchi Wayra-Proyecto Bolívar. Fotografía: Emilio Madrid Lara, agosto 2009.

El número de trabajadores regulares ocupados por la empresa, según sus declaraciones, alcanza cerca de 513 empleados, entre obreros y técnicos, distribuidos en tres turnos de trabajo (Sinchi Wayra, 2007b). Sin embargo, ante la caída de precios internacionales de los minerales en el segundo semestre del 2008, se produjo el anuncio de recorte de personal, el aumento de la jornada laboral de ocho a 12

horas y la reducción de salarios en un 15 por ciento (La Prensa, 14 de enero de 2009).

El contrato de Riesgo Compartido entre COMSUR y COMIBOL establece la participación del 50% en las utilidades netas del proyecto minero Bolívar para cada socio. Así, el año 2006, por ejemplo, las utilidades netas que tocó a cada uno fueron de $us 15.520.647 por la venta de concentrados de zinc-plata y plomo-plata (Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008a). El valor total exportado (valor mercado) ese año fue de $us 90.665.814. El impuesto a las utilidades (incluye el Impuesto Complementario Minero o ICM) fue de $us 5.066.762, que representa el 5,59% del valor exportado, cuyo importe significa ingreso para el Tesoro General de la Nación (*Ibíd*.).

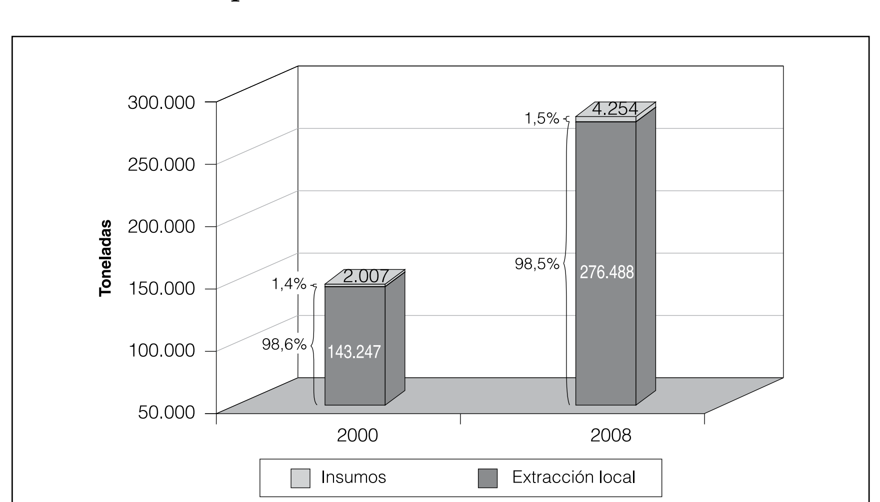
2. Balance del flujo de materiales en las operaciones mineras de Huanuni y Bolívar

Como se mencionó en el acápite metodológico, la evaluación del flujo de materiales entre los ecosistemas de las microcuencas Huanuni y Antequera con cada una de las operaciones estudiadas nos permitirá comprender el grado de presión sobre los recursos y las condiciones de sustentabilidad. Para ello, el balance de los flujos de materiales se realizará inicialmente desde los ingresos (inputs) y salidas (outputs) directos de materiales, entendidos como aquellos materiales que son usados de manera directa en los procesos mineros. Luego se procederá a realizar una aproximación del flujo indirecto de materiales, entendidos como aquellos que no son usados directamente en los procesos pero son ocupados o movilizados por los requerimientos de las operaciones. Asimismo, se realizará una evaluación de ingresos y salidas del recurso agua en ambas operaciones, para finalmente llegar a sintetizar el conjunto de los flujos que nos permitirá una comprensión más cercana al perfil metabólico de cada operación.

Con respecto a los ingresos de materiales en las operaciones estudiadas, los flujos de ingreso (input) directo se producen con base en dos tipos generales de materiales. El primero está constituido por la materia prima, en este caso el yacimiento mineral extraído del ecosistema local. El segundo flujo lo conforman los insumos tanto de

origen nacional como importado. En la operación minera Huanuni, la extracción local del yacimiento comprende cerca del 98,5% del flujo de ingreso de materiales, en tanto el restante 1,5% representa los insumos de origen nacional e importado.

Gráfico 4
Input Directo de Materiales Huanuni



Fuente: Elaboración propia con base en Información Estadística de la EMH, 2008 y Allied Deals, 2000a.

En la operación minera Bolívar la extracción del yacimiento conforma el 99,2% del flujo material de ingreso y el 0,8% corresponde a los insumos (Gráfico 5).

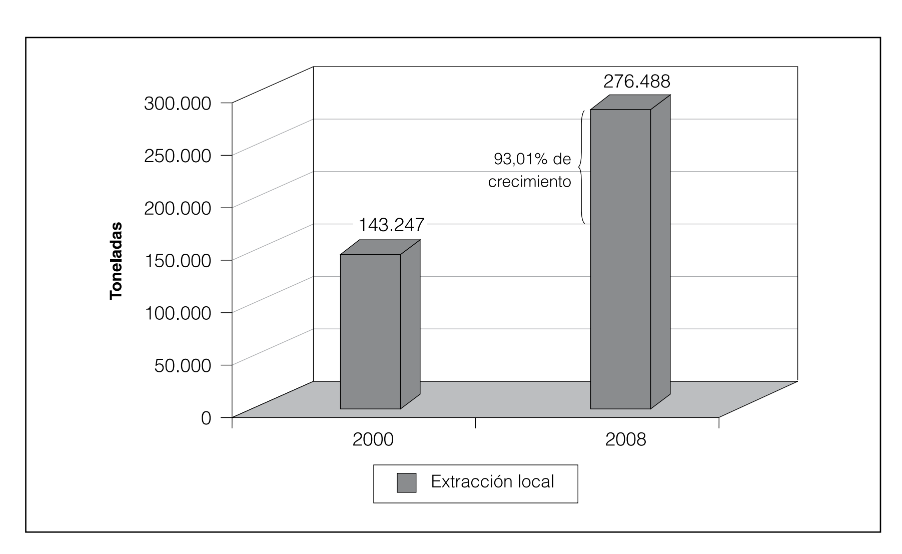
En ambas operaciones, los flujos de ingreso reflejan un crecimiento en volumen en los periodos estudiados. Así, por ejemplo, en Huanuni, comparando sólo el volumen de extracción del yacimiento correspondiente al año 2000 con los del 2008, se verifica un incremento del 93,01% (Gráfico 6).

Gráfico 5
Input Directo de Materiales Bolívar

Toneladas
340.000
330.000
320.000
310.000
300.000
290.000
280.000
1997: 2.367 (0,8%); 303.600 (99,2%)
2006: 2.367 (0,7%); 334.538 (99,3%)
Insumos
Extracción local

Fuente: Elaboración propia con base en Manifiesto Ambiental de COMSUR, 1997 y datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008b.

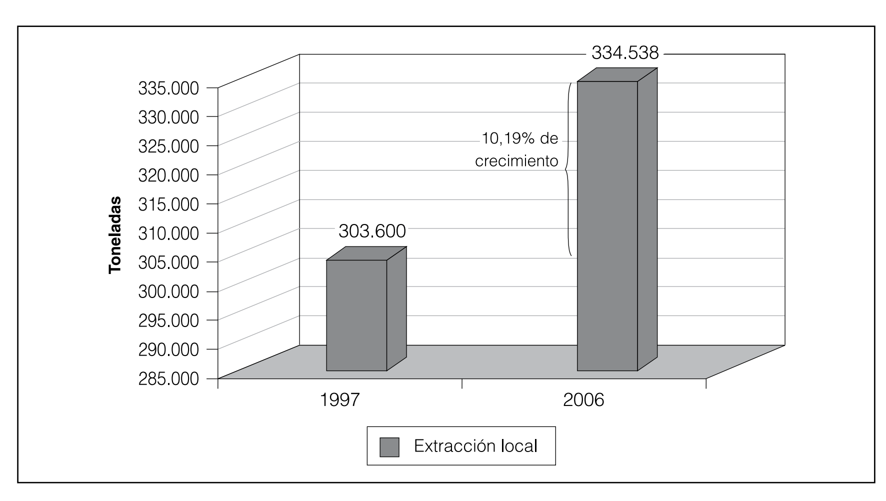
Gráfico 6
Crecimiento de extracción local Huanuni



Fuente: Elaboración propia con base en Información Estadística de la EMH, 2008 y Allied Deals, 2000a.

En Bolívar, comparando los datos de 1997 y los del año 2006, el incremento de la extracción local de materia prima se produjo en un 10,19%.

Gráfico 7
Crecimiento de extracción local Bolívar



Fuente: Elaboración propia con base en Manifiesto Ambiental de COMSUR, 1997 y datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008b.

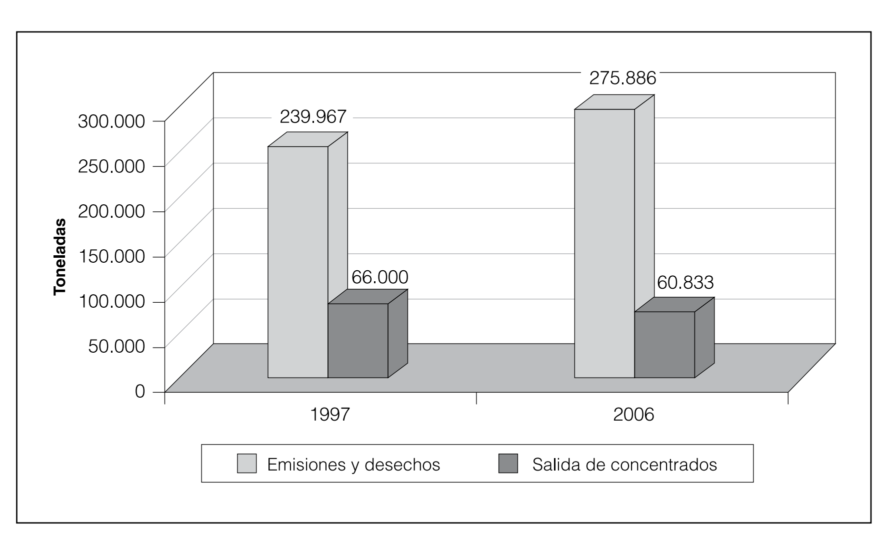
Por otra parte, el flujo de salida de materiales (outputs) se compone por dos grandes grupos. Por una parte, los materiales que salen como residuos y emisiones del proceso; por otra, los materiales que salen en forma de concentrados minerales o el producto del proceso. En Huanuni, la salida de materiales desde la operación minera, para el año 2000, comprendía en un 5,02% los concentrados de estaño y el restante 94,98% los residuos y emisiones. Para el año 2008, los concentrados de estaño conformaban el 6,47% del flujo de salida de materiales y los residuos y emisiones el 93,53% (Gráfico 8).

En la operación minera Bolívar, para el año 1997, el flujo de salida de materiales se conformaba en un 21,58% por los concentrados de zinc, plata, plomo y el 78,42% por los residuos y emisiones. Para el año 2006, los concentrados polimetálicos alcanzaban el 18,07%, en tanto que los residuos y emisiones comprendían el 81,93% del total de los flujos de salida (Gráfico 9).

Gráfico 8
Distribución de salida de materiales Huanuni

Fuente: Elaboración propia con base en Información Estadística de la EMH, 2008 y Allied Deals, 2000a.

Gráfico 9
Distribución de salida de materiales Bolívar



Fuente: Elaboración propia con base en Manifiesto Ambiental de COMSUR, 1997 y datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008b.

En términos absolutos, en ambas operaciones se produjo un incremento de los volúmenes de desechos. El incremento en la producción de concentrados sólo se dio en la operación minera Huanuni, en tanto que en Bolívar más bien se registró un descenso del volumen de concentrados.

Luego de haber analizado el input y el output, puede hablarse de un Balance de Intercambio de Materiales. El balance de intercambio o comercio exterior de materiales indica situaciones de déficit en términos físicos para ambas operaciones. En el caso de la empresa minera Huanuni, el año 2000 ingresaron en forma de insumos un total aproximado de 2.206,98 Tn y salieron fuera del ecosistema un total de 7.223,00 Tn de concentrados de estaño, con un saldo negativo de -5.026,002. El año 2008, ingresaron como insumos un total de 4.254,39 Tn y salieron un total de 17.982,85 Tn de concentrados de estaño, con un saldo negativo de -13.728,46 Tn.

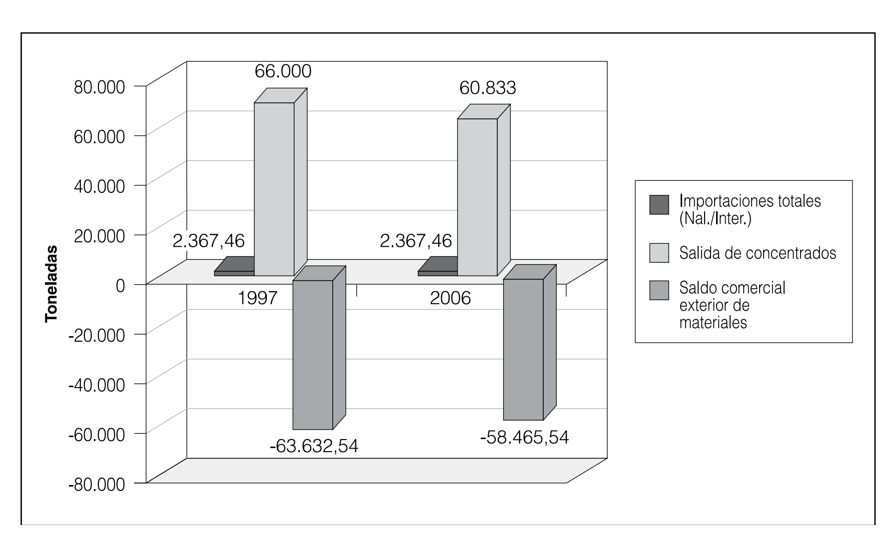
Gráfico 10
Cuenta de balance de intercambio de materiales

Fuente: Elaboración propia con base en Información Estadística de la EMH, 2009 y Allied Deals, 2000a.

Para el caso de la operación minera Bolívar, el año 1997 el requerimiento de insumos registró un total de 2.367,46 Tn, y la salida de

concentrados fue de un total de 66.000 Tn, con un intercambio negativo de -63.632,54 Tn. El cálculo para el 2006, tomando en cuenta el sesgo de repetir los volúmenes de insumos de 1997, se estima en un balance negativo de -58.465,54 Tn.

Gráfico 11
Balance del intercambio de materiales



Fuente: Elaboración propia con base en Manifiesto Ambiental de COMSUR, 1997 y datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008b.

En términos físicos, existe una descapitalización del patrimonio natural a nivel del ecosistema local.

Los flujos de materiales indirectos o no usados directamente en las operaciones, pero movilizados u ocupados de manera intencional, en el caso de las operaciones mineras estudiadas comprenden principalmente los suelos ocupados por cada una de las operaciones. Los suelos ocupados se adecuan a la categoría de flujos indirectos, por cuanto los mismos no ingresan directamente en los procesos de cada operación. Sin embargo, su ocupación y movilización es requerida, tanto para la instalación de infraestructura o para la disposición de los residuos. Por tanto, se suprimen determinadas funciones originales que cumplen esos suelos en cada uno de los ecosistemas y se les asigna unas nuevas, correspondientes con la operación minera.

Así, en el caso de la empresa Huanuni, se tiene que la misma requiere la ocupación de un área total 62,1 hectáreas, equivalentes a un total de 3.067.540,4 Tn según la siguiente descripción:

Cuadro 13
Cálculo de suelos no usados producto de la extracción de materiales en Huanuni

Instalación	Área (Ha)	Volumen (Tn)
Área Administración	0,1	649,2
Área para producción	2,7	21.982,1
Área terreno no utilizado	3,2	25.609,1
Depósito de colas porvenir	10,9	2.356.100,0
Relaves manuales	20,5	231.500,0
Colas arenosas	24,7	431.700,0
Total no usados	**62,1**	**3.067.540,4**

Fuente: Elaboración propia con base en Manifiesto Ambiental de Allied Deals, 2000a.

El flujo indirecto de materiales en la operación minera Bolívar, según los datos de su Manifiesto Ambiental, dan cuenta de que esta operación requiere la ocupación de un total de 905,03 hectáreas, equivalente a 7.262.865 Tn según la siguiente descripción:

Cuadro 14
Cálculo del uso de suelos no usados producto de la extracción en Bolívar

Instalación	Área (Ha)	Volumen (Tn)
Área Administración	0,03	240,8
Área para producción	2,60	20.865,0
Área dique de colas antiguo	12,00	96.300,0
Área terreno no utilizado	760,40	6.102.210,0
Área dique de colas nuevo	130,00	1.043.250,0
Total no usados	**905,03**	**7.262.865,8**

Fuente: Elaboración propia con base en Manifiesto Ambiental de COMSUR, 1997.

Ahora bien, es necesario establecer los flujos de ingreso y salida del recurso agua en las operaciones mineras de Huanuni y Bolívar. En el caso de la operación minera Huanuni, con relación al flujo de ingreso del recurso agua, el año 2000 la empresa registró un volumen de disposición de este recurso de 2.436.156 m^3/año. El volumen de uso en sus operaciones se registró en 1.427.880 m^3/año[1]. Es decir, se aprecia un excedente en la disposición de agua respecto de su consumo de 1.008.276,00 m^3/año, que corresponde con el caudal de descarga de las aguas de mina no ingresadas al proceso de concentración del ingenio.

Cuadro 15
Agua necesaria para la producción de estaño en la Gestión 2000

Total de agua ingresada	**2.436.156 m^3/año**
Pérdidas en el proceso	732.336 m^3/año
Agua de mina	1.283.340 m^3/año
Agua consumida en proceso	**1.427.880 m^3/año**

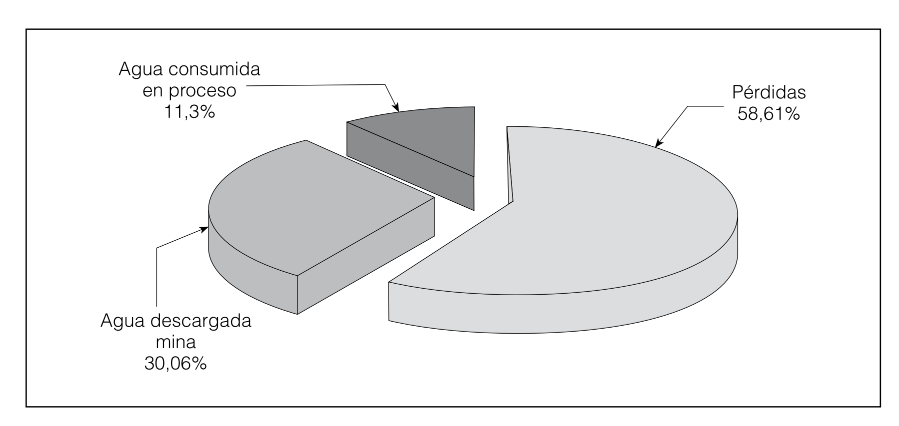
Fuente: Elaboración propia con base en el Manifiesto Ambiental de Allied Dealls, 2000.

En el Gráfico 12, observamos que del total de agua necesaria para la concentración de estaño, el 11,3% se usa para la producción como tal, el resto se devuelve al ecosistema en forma de descargas y pérdidas.

Respecto de los flujos de salida de agua, ese mismo año la empresa dio cuenta de un volumen 1.283.340 m^3/año en forma de descarga de colas de ingenio; 71.832 m^3/año como descarga de aguas servidas de sus dependencias y campamento; un aproximado de 72.708 m^3/año como evaporación y pérdidas en el proceso.

1 El volumen total de uso de agua en la operación se calcula con base en el balance de agua presentado en el Manifiesto Ambiental de Allied Dealls Huanuni S.A. del año 2000.

Gráfico 12
Agua consumida en el proceso de obtención de estaño



Fuente: Elaboración propia con base en el Manifiesto Ambiental de Allied Dealls, 2000.



Concentración de estaño de la Empresa Minera Huanuni. Fotografía: Silvana Lafuente Tito, julio 2009.

Por otro lado, en la empresa minera Bolívar, con relación al flujo de ingresos y salidas del recurso agua hacia y desde la operación,

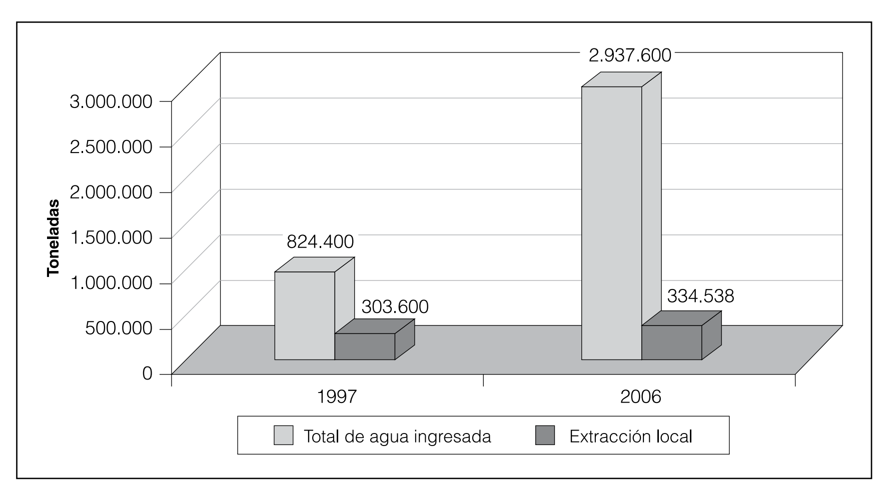
se dispone de información referida al año 1997[2], donde la empresa registró un volumen de disposición de 824.400 m^3. En cambio, el año 2006[3] se registró un volumen de 2.937.600 m^3, con variaciones e incrementos significativos.

Cuadro 16
Agua consumida en la obtención de concentrado de plomo-zinc en la Gestión 1997-2006

Año	1997	2006
Total de agua Ingresada (m^3/año)	824.400	2.937.600
Pérdidas (m^3/año)	16.200	181.440
Agua descargada de la planta de tratamiento (m^3/año)	544.320	1.805.760
Agua consumida de proceso (m^3/año)	263.880	950.400

Fuente: Elaboración Propia con base en el Manifiesto Ambiental de COMSUR, 1997 y el Informe Anual de Medio Ambiente, Sinchi Wayra, 2006a.

Gráfico 13
Agua ingresada a la operación 1997-2006



Fuente: Elaboración Propia con base en el Manifiesto Ambiental de COMSUR, 1997 y el Informe Anual de Medio Ambiente, Sinchi Wayra, 2006a.

---

2 Balance de agua presentado en el Manifiesto Ambiental de COMSUR, 1997.

3 Balance de agua presentado en Informe Anual de Medio Ambiente de la Empresa Minera Sinchi Wayra-Mina Bolívar, 2006a.

No pasa desapercibido el marcado incremento de agua que ingresa a la operación de la mina Bolívar entre las gestiones 1997 y 2006, mismo que asciende en aproximadamente 256%.



Aguas contaminadas producidas por la Empresa Minera Bolívar. Fotografía: Emilio Madrid Lara, agosto 2009.

A partir de la revisión de los distintos flujos sucedidos entre los ecosistemas de cada una de las microcuencas y las respectivas operaciones, se pueden delinear los rasgos centrales del perfil metabólico, o balance de la necesidad total de materiales, de cada una de las operaciones mineras. Los flujos totales de materiales de las operaciones mineras Huanuni y Bolívar se presentan a continuación en cuadros que sintetizan los volúmenes requeridos en ambos procesos.

Cuadro 17
Flujo total de materiales operación minera Huanuni

Ingreso (input) de materiales (Tn)			Salidas (outputs) de materiales (Tn)		
	2000	**2008**	**Año**	**2000**	**2008**
Extracción local de yacimiento	143.247,0	276.488,0	Emisiones, residuos y vertidos	136.806,0	259.796,0
Insumos de origen nacional e importados	2.007,0	4.254,0	Salida de concentrados	7.223,0	17.983,0
Suelos ocupados	3.037.333,8	3.037.333,8	Disposición de la extracción local no usada	3.037.333,8	3.037.333,8
Recurso agua	2.436.156,0	2.436.156,0	Descarga de aguas	2.436.156,0	2.436.156,0
Necesidad total de materiales	**5.618.743,8**	**5.754.231,8**	**Total salidas**	**5.617.518,8**	**5.751.268,8**

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 18
Flujo total de materiales operación minera Bolívar

Ingreso (input) de materiales (Tn)			Salidas (outputs) de materiales (Tn)		
	1997	**2006**	**Año**	**1997**	**2006**
Extracción local de yacimiento	303.600	334.538	Emisiones, residuos y vertidos	239.967	275.886
Insumos de origen nacional e importados	2.367	2.367	Salida de concentrados	66.000	60.833
Suelos ocupados	7.262.865	7.262.865	Disposición de la extracción local no usada	7.262.865	7.262.865
Recurso Agua	824.400	2.937.600	Descarga de aguas	824.400	2.937.600
Necesidad total de materiales	**8.393.232**	**10.537.370**	**Total salidas**	**8.393.232**	**10.537.184**

Fuente: Elaboración propia.

Este balance inicial refleja y confirma dos características de las operaciones: el uso intensivo de recursos naturales no renovables y la generación masiva de desechos. Ello, a su vez, tiene que ver con dos factores importantes de los ecosistemas: la capacidad de carga en el uso y extracción de los recursos naturales y la capacidad de absorción y recuperación de desechos.

CAPÍTULO IV

Metabolismo minero y sustentabilidad de los ecosistemas

La preocupación central de todo modelo y propuesta de gestión ambiental es el lograr regular u orientar las acciones humanas, especialmente las económicas. De esta manera, se busca que no rompan los límites o condiciones de un ecosistema de poder soportar la extracción de los recursos presentes en el mismo, así como la capacidad de asimilar los desechos generados; es decir, se desea lograr que la acción económica sea sustentable. ¿Pero cómo definir cuándo una economía es sustentable? Carpintero señala que una de las convenciones más aceptadas es considerar "una economía como sustentable si es capaz de mantener su stock de capital a un nivel constante a lo largo del tiempo" (Carpintero, 2001: 5). Se considera que ese stock de capital estaría contemplando tanto el capital natural, concebido como el total de los recursos que dispone una economía, como el capital manufacturado, es decir, la producción como tal.

Las posibilidades para analizar el estado y condiciones para la preservación, en términos constantes del stock de capital de una economía, se plantean desde tres alternativas:

a) Considerar el stock de capital como una *cantidad física* de recursos naturales.

b) Expresarlo como el *valor monetario total* constante del stock de recursos naturales, que podría permitir la reducción física de los stocks si se acompaña al mismo tiempo de un aumento en su valor unitario o precio.

c) Mantener constante el "valor total del stock de capital, incluidos el natural y el manufacturado conjuntamente" (Pearce, 1988: 43-44).

Las alternativas b) y c) dan lugar a propuestas denominadas de *sustentabilidad débil* y que postulan la preservación constante del capital total (natural y manufacturado) con base en suponer las posibilidades de *sustituibilidad* entre las dos formas de capital. Es decir, que las disminuciones en el valor del stock de capital natural pueden ser equilibradas a través de aumentos en el capital manufacturado o por flujos monetarios de la transacción de la extracción de recursos. Esto puede permitir el acceso a otros recursos que compensarían las pérdidas del patrimonio natural (Carpintero, 2001: 7).

Con base en la alternativa a) se propone el enfoque de la *sustentabilidad fuerte*, que plantea la importancia de "mantener constante y por separado el valor de ambas formas de capital en términos físicos (sobre todo el capital natural)" (Carpintero, 2001: 8), en el supuesto de la imprescindible existencia de capital natural para la elaboración del stock de capital manufacturado. Desde el planteamiento de *sustentabilidad fuerte* se parte de rechazar las posibilidades de la sustitución entre los diferentes tipos de capitales, por lo cual la sustentabilidad de una economía sólo es posible por el mantenimiento constante del stock de capital natural en *términos físicos*. La operativización de la sustentabilidad fuerte se basa en el concepto de *recuperabilidad* de los ecosistemas frente a los cambios provocados por las actividades económicas que albergan, en condiciones tales que no lleguen a perder su estabilidad (Carpintero, 2001: 12).

Independientemente de las discrepancias y posibles coincidencias de ambos enfoques, con fines de análisis, el interés de la investigación es el de evaluar las condiciones de sustentabilidad de los ecosistemas de las microcuencas Huanuni y Antequera a la luz de los indicadores de flujo de materiales del capítulo anterior. Para ello, a continuación se procede a un análisis de sustentabilidad desde cada uno de los enfoques; es decir, la sustentabilidad débil y la sustentabilidad fuerte.

1. Flujo de materiales de las operaciones mineras y condiciones de sustentabilidad "débil" de las microcuencas Antequera y Huanuni

Se parte del postulado de *sustituibilidad* entre el capital natural y el capital manufacturado, en el sentido que la monetarización

del patrimonio natural extraído permitiría acceder a otros recursos materiales que compensarían su reducción. Se trataría de evaluar, en los casos estudiados, si los ingresos monetarios obtenidos por las operaciones mineras guardan una proporcionalidad que compense la reducción del patrimonio natural en cada una de las microcuencas.

Así, en el caso de la microcuenca Huanuni, la producción total de concentrados de estaño del año 2000 se registró en un total de 3.885 Toneladas Métricas Finas (TMF). Esto da un valor total de $us 21.169.194, lo que a su vez permitió generar ingresos por Impuesto Complementario Minero (ICM) e Impuesto a las Utilidades (IUE), ambos de un total de $us 672.218. Ese año las utilidades para el Estado fueron de aproximadamente $us 1.730.000.



Concentración de estaño de EMH. Fotografía: Silvana Lafuente Tito, julio 2009.

Dichos ingresos monetarios también se corresponden con un equivalente en determinados volúmenes de estaño. Para el caso de los montos por pago de impuestos y regalías, significan un aproximado de 111 TMF de estaño y, en relación a las utilidades, equivalen a 317 TMF de estaño. Éstos llegan a representar cerca del 0,077% y el

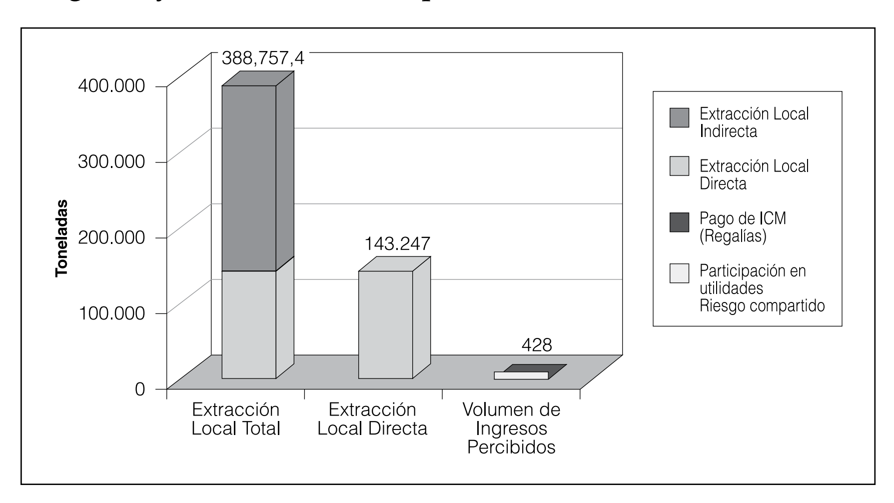
0,221%, respectivamente, del volumen total de la Extracción Local Directa (ELD). Dichos porcentajes aun son más reducidos, como se muestra en los siguientes cuadros, si se los compara con el volumen de la Extracción Local Total (la extracción del yacimiento más la extracción material no usada).

Cuadro 19
Ingresos y extracción de la empresa minera Huanuni el año 2000

Huanuni Ingresos 2000	Volumen de Ingresos Percibidos	Extracción Local Directa	Extracción Local Total	% ELD	% ELT
Pago de ICM (Regalías)	111			0,077%	0,029%
Participación en utilidades Riesgo Compartido	317			0,221%	0,029%
Extracción Local Directa		143.247	143.247,0		
Extracción Local Indirecta			245.510,4		
Total	**428**	**143.247**	**388.757,4**	**0,299%**	**0,057%**

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la empresa minera Huanuni, 2000.

Gráfico 14
Ingresos y extracción de la empresa minera Huanuni el año 2000



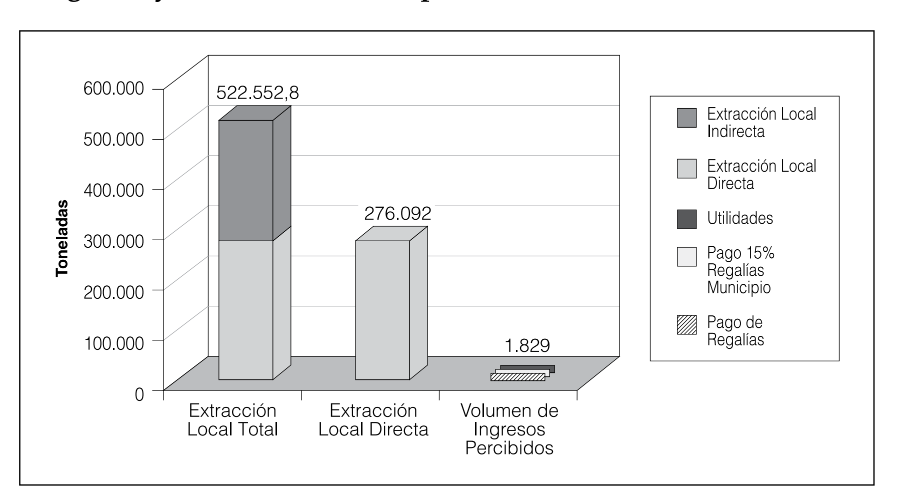
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la empresa minera Huanuni, 2000.

Cuadro 20
Ingresos y extracción de la empresa minera Huanuni el año 2008

Huanuni Ingresos 2008	Extracción Local Total	Extracción Local Directa	Volumen de Ingresos Percibidos	% ELD	% ELT
Pago de Regalías			318	0,06%	0,12%
Pago 15% Regalías Municipio			56	0,01%	0,02%
Utilidades			1.455	0,28%	0,53%
Extracción Local Directa	276.092,0	276.092			
Extracción Local Indirecta	246.460,8				
Total	**522.552,8**	**276.092**	**1.829**	**0,35%**	**0,66%**

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la empresa minera Huanuni, 2008.

Gráfico 15
Ingresos y extracción de la empresa minera Huanuni el año 2008



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la empresa minera Huanuni, 2008.

Para el caso de la subcuenca Antequera, con base en los datos del año 2006, se tiene que el volumen total de concentrados de complejos de zinc-plomo-plata se registró en 30.763,92 TMF con un valor aproximado de $us 90.639.749,55. Esto generó ingresos en la región por concepto de ICM de $us 5.066.762,00 y por la participación de utilidades del 50% del contrato de Riesgo de $us 15.520.647. La equivalencia de dichos ingresos con los volúmenes de concentrados es

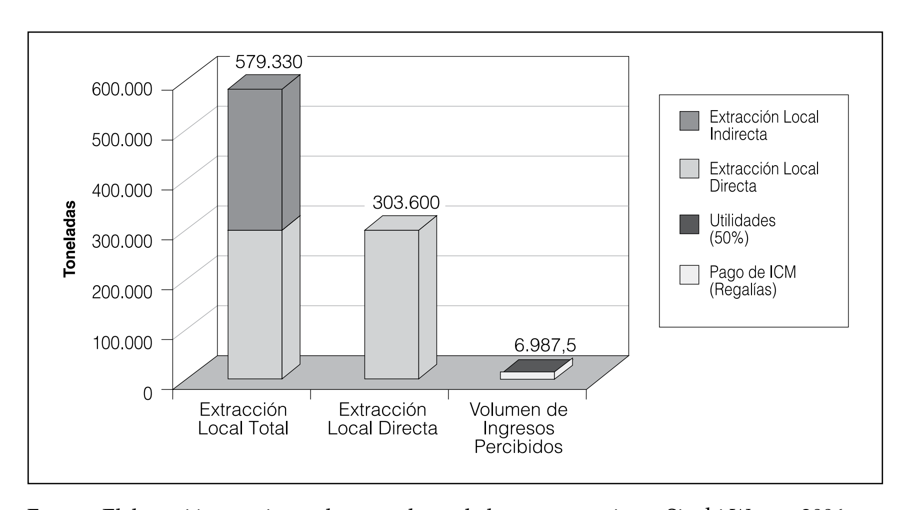
de 1.719,70 TMF respecto de los ingresos por impuestos y regalías y de 5.267,80 TMF con relación a las utilidades. Dichos volúmenes representan cerca del 2,30% de la Extracción Local Directa y el 1,21% de la Extracción Local Total.

Cuadro 21
Ingresos y extracciones de la empresa minera Sinchi Wayra-Bolívar el año 2006

Bolívar Ingresos 2006	Extracción Local Total	Extracción Local Directa	Volumen de Ingresos Percibidos	% ELT	% ELD
Pago de ICM (Regalías)			1.719,7	0,30%	0,57%
Utilidades (50%)			5.267,8	0,91%	1,74%
Extracción Local Directa	303.600	303.600			
Extracción Local Indirecta	275.730				
Total	**579.330**	**303.600**	**6.987,5**	**1,21%**	**2,30%**

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la empresa minera Sinchi Wayra, 2006a.

Gráfico 16
Ingresos y extracciones de la empresa minera Sinchi Wayra-Bolívar el año 2006



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la empresa minera Sinchi Wayra, 2006a.

2. Condiciones de sustentabilidad "fuerte" y flujo de materiales de las operaciones mineras en las microcuencas Antequera y Huanuni

Desde la perspectiva de la sustentabilidad "fuerte", la evaluación parte de considerar el principio de la "recuperabilidad" de un ecosistema que está relacionado con la preservación de un determinado nivel de factores ecológicos claves en su funcionamiento y estabilidad. En relación a los ecosistemas de las microcuencas Antequera y Huanuni, los factores ecológicos considerados claves en su funcionamiento y estabilidad son los suelos, el agua y la capacidad de absorción de desechos. Así, por ejemplo, en la microcuenca Huanuni la extracción minera, además de los recursos mineralógicos del yacimiento, demanda la ocupación indirecta de una superficie aproximada de 131,38 Has de suelos, lo cual equivale al 21% del área total de suelos cultivados, constituyendo un factor de presión en las condiciones de uso y disposición de suelo en la microcuenca. Sobre el mismo factor de suelos, en la microcuenca Antequera se tiene que la operación minera Bolívar demanda una ocupación indirecta de una superficie de 707 Has, equivalente al 44,6% del área total cultivada en los municipios de Antequera y Pazña que conforman esta microcuenca.

Respecto del factor agua, el año 2000 la operación minera Huanuni declaró un consumo total de 2.436.156 m^3/año, lo cual representa cerca del 69% del volumen total disponible de las fuentes superficiales existentes en la microcuenca. En tanto, en la microcuenca Antequera el volumen de consumo declarado por la empresa el año 2006 alcanzó un total de 2.978.400 m^3/año, lo que constituye cerca del 29% del volumen de agua disponible en toda la provincia Poopó, no sólo en la microcuenca estudiada.

En una conclusión preliminar de los anteriores análisis de sustentabilidad, tanto del tipo "débil" como "fuerte", se puede apreciar, en el primer caso, que existe una situación de descapitalización del stock natural por cuanto los niveles de ingresos monetarios generados por la extracción minera no se corresponden con los volúmenes de extracción. Además, dicha situación se acrecienta si se toma en cuenta que, salvo el año 2008, en las otras gestiones estudiadas (1997, 2000

y 2006) no existía normativa que disponga el retorno de parte de los recursos generados a las zonas productoras. Esto recién se dio a partir del 24 noviembre de 2007, con la aprobación de Ley N° 3787 de modificación del Código de Minería relativo a Régimen Regalitario e Impositivo, disponiendo la modificación del Artículo 100, con la disposición de que el 15% del importe recaudado por regalías debe destinarse al municipio productor.

Desde el punto de vista de la sustentabilidad "fuerte", el análisis anterior permite evidenciar los niveles de presión de la extracción minera en ambas cuencas sobre factores como suelos y disposición de aguas. Dicho análisis se constituye en factor adicional de explicación respecto de la progresiva reducción de suelos cultivables y los niveles de déficit de agua, tanto para consumo humano como agrícola, que se manifiestan en ambas microcuencas, en particular en la de Antequera.

Conclusiones

Durante esta fase de la investigación, se ha llegado a los siguientes resultados:

- Se ha establecido el perfil metabólico característico de cada una de las operaciones mineras estudiadas.

  Perfil metabólico de la empresa minera Huanuni

  Input de Materiales Directo

  El Input de Materiales Directo (IMD) de la empresa minera Huanuni del año 2000 y el año 2008 alcanzó un total de 145.254,00 Tn y 280.742,23 Tn, respectivamente, con un incremento del 93,3% entre los dos años. Según el origen de los materiales ingresados, la extracción de materia prima del ecosistema local, en ambos años, constituyó cerca del 98,48% del flujo total; los insumos nacionales conformaron el 1,15% y 1,12% respectivamente; finalmente, los insumos importados, el 0,37% y el 0,40%.

  Consumo de materiales en la operación minera

  El año 2000 se estima un consumo promedio de 138.227 Tn de materiales. En tanto que el 2008 se deduce un consumo de materiales de 262.759,54 Tn.

  Balance de Intercambio de Materiales

  El año 2000 ingresó a la operación y al ecosistema local un total aproximado de 2.206,98 Tn de materiales en forma de insumos.

Fluyeron fuera de la operación y del ecosistema local un total de 7.223 TMS de concentrados de estaño, con un saldo de intercambio negativo de -5026,002 Tn. El año 2008 ingresaron como insumos un total de 4.254,39 Tn de materiales y salieron un total de 17.982,85 TMS de concentrados de estaño, con un saldo negativo de -13.728,46 Tn. Las anteriores cifras indican la existencia de un proceso de descapitalización del patrimonio natural a nivel del ecosistema local.

Outputs de materiales

El año 2000 el output de materiales del proceso alcanzó un aproximado de 136.805,81 Tn. El año 2008 se registró en un total aproximado de 259.796,61 Tn, con un 89,7% de crecimiento.

Acumulación Neta de Stocks

El año 2000 se registró una acumulación del stock de materiales de aproximadamente 1.225,19 Tn. En tanto, el 2008 la Acumulación Neta de Stock material se registra en un aproximado de 2.962,39 Tn.

Input y output del recurso agua en la operación

El volumen de uso del recurso agua en sus operaciones se registró en 1.427.880 m^3/año. Los flujos de salida de agua alcanzan un volumen 1.283.340 m^3/año en forma de descarga de colas de ingenio; 71.832 m^3/año como descarga de aguas servidas de sus dependencias y campamento y un aproximado de 72.708 m^3/año como evaporación y pérdidas en el proceso.

Perfil metabólico de la operación minera Bolívar

Input de Materiales Directo

El cálculo del total de materiales ingresados en la operación de la mina Bolívar se ha realizado en referencia al año 1997 y el año 2006. Para 1997, el Input de Materiales Directos (IMD) en la operación se estima en un total aproximado de 33.600 Tn, correspondiendo 305.967,46 Tn a extracción local del yacimiento; 1.023,46 Tn en insumos del entorno nacional; 1.344 Tn

en insumos importados. El 2006, se calculan 336.905,46 Tn de materiales ingresados por efecto del incremento en el volumen de la extracción local del yacimiento.

Consumo de materiales

En 1997, la operación obtuvo un total aproximado de 66.000 TMS de concentrados de zinc-plomo-plata, con un consumo aproximado de 239.967,46 Tn de materiales. En el 2006, la empresa registró un volumen de 60.833 TMS de concentrados, deduciéndose un consumo de materiales de 276.072,46 Tn.

Balance de Intercambio de Materiales

El flujo de intercambio de materiales entre el ecosistema local y los entornos nacional e internacional se calcula para 1997 con un ingreso de 2.367,46 Tn en forma de insumos. Asimismo, se calcula una salida de un total de 66.000 Tn de concentrados, con un intercambio negativo de -63.632,54 Tn. Para el 2006, se estima un balance negativo de -58.465,54 Tn.

Outputs de materiales

El volumen de materiales liberados al ecosistema para 1997 se calcula en un total de 239.781,35 Tn. El 2006 el volumen estimado es de 275.886,35 Tn, con un 150% de incremento en el output.

Acumulación Neta de Stocks

La acumulación neta de stocks para 1997 se estima en 186,11 Tn.

Input y Output del recurso agua en la operación

Con relación al flujo de ingresos y salidas del recurso agua, el año 1997 la empresa registró un volumen de disposición de 824.400 m^3 y el año 2006 se registró un volumen de 2.937.600 m^3, con variaciones e incrementos significativos. El incremento del agua que ingresa a la operación de la mina Bolívar entre las gestiones 1997 y 2006 asciende a un aproximado de 256%.

- Se ha relacionado el perfil metabólico de cada operación con la presión que ejerce sobre el ecosistema de cada subcuenca.

Flujo de materiales y sustentabilidad "débil" de las subcuencas

Con base en el postulado de *sustituibilidad* entre el capital natural y el capital manufacturado, se ha evaluado, en los casos estudiados, si los ingresos monetarios obtenidos por las operaciones mineras guardan una proporcionalidad que compense la reducción del patrimonio natural en cada una de las subcuencas.

En la subcuenca Huanuni, la producción total de concentrados de estaño el año 2000 se registró en un total de 3.885 Toneladas Métricas Finas (TMF), con un valor total de $us 21.169.194. A su vez, esto permitió generar ingresos por Impuesto Complementario Minero (ICM) e Impuesto a las Utilidades (IUE), ambos de un total de $us 672.218. Ese año las utilidades para el Estado fueron de aproximadamente $us 1.730.000. El equivalente de los ingresos monetarios en volúmenes de estaño se corresponde con un aproximado de cerca del 0,077% y el 0,221%, respectivamente, del volumen total de la Extracción Local Directa (ELD).

En la subcuenca Antequera, con base en datos del año 2006, el volumen total de concentrados de complejos de zinc-plomo-plata se registró en 30.763,92 TMF, con un valor aproximado de $us 90.639.749,55. Se generó ingresos por concepto de ICM de $us 5.066.762 y por participación del 50% de utilidades del contrato de Riesgo Compartido de $us 15.520.647. La equivalencia de los ingresos con los volúmenes de concentrados representan cerca del 2,30% de la Extracción Local Directa y el 1,21% de la Extracción Local Total.

Sustentabilidad "fuerte" y flujo de materiales de las operaciones mineras

El análisis de sustentabilidad "fuerte", en relación a la contabilidad del flujo de materiales de cada operación, se basó en el

principio de la "recuperabilidad" de un ecosistema, referido a la preservación de factores ecológicos claves en su funcionamiento y estabilidad.

Factor suelos

En la subcuenca Huanuni la extracción minera demanda la ocupación indirecta de una superficie aproximada de 131,38 Has de suelos, equivalente al 21% del área total de suelos cultivados y constituyendo un factor de presión en las condiciones de uso y disposición de suelo en la subcuenca. En la subcuenca Antequera, la operación minera Bolívar demanda una ocupación indirecta de una superficie de 707 Has, equivalente al 44,6% del área total cultivada en los municipios de Antequera y Pazña.

Factor Agua

La operación minera Huanuni, el año 2000, declaró un consumo total de 2.436.156 m^3/año, lo cual representa cerca del 69% del volumen total disponible de las fuentes superficiales existentes en la subcuenca. En la subcuenca Antequera, el volumen de consumo declarado por la empresa Bolívar el año 2006 alcanzó un total de 2.978.400 m^3/año, que constituye cerca al 29% del volumen de agua disponible en toda la provincia Poopó. Dicha cifra seguramente es un porcentaje mayor en relación a la disposición de agua sólo de los municipios Antequera y Pazña, lo que no pudo establecerse por ausencia de datos al respecto.

- Se ha establecido la proporcionalidad entre la pérdida de patrimonio natural y las condiciones de sustentabilidad como base para una formulación de propuesta de políticas públicas.

Existe una situación de descapitalización del stock natural por cuanto los niveles de ingresos monetarios generados por la extracción minera no se corresponden con los volúmenes de extracción. Además, dicha situación se acrecienta si se toma en cuenta que, salvo el año 2008, en las otras gestiones estudiadas (1997, 2000 y 2006) no existía normativa que disponga el retorno de parte de los recursos generados a las zonas productoras,

lo cual recién se dio a partir del 24 noviembre de 2007, con la aprobación de Ley N° 3787.

Los niveles de presión de la extracción minera en ambas cuencas, sobre factores como suelos y disposición de aguas, permiten explicar la progresiva reducción de suelos cultivables y los niveles de déficit de agua, tanto para consumo humano como agrícola, que se manifiestan en ambas subcuencas, en particular en la de Antequera. Dichas presiones no han sido objeto de seguimiento, control, regulación y hasta restricción en casos necesarios por parte de las políticas de gestión desde la esfera pública ambiental y minera. Resulta necesario y urgente incorporar nuevos indicadores que permitan el seguimiento y regulación de las presiones de la actividad extractiva minera sobre los ecosistemas en los que actúan.

Segunda parte

Propuesta de intervención

CAPÍTULO I
Lineamientos para la elaboración de propuesta de políticas públicas

1. Conceptualizaciones de políticas públicas

En un estudio dedicado a evaluar las transformaciones de las concepciones sobre desarrollo en las políticas públicas mexicanas, Isaac Enríquez Pérez (2006) entiende a éstas como los instrumentos rectores de la acción o la omisión —suponiendo que el no actuar significa también un posicionamiento ante cierto problema público— de los gobiernos. Constituyen expresiones concretas que plasman y comunican el modelo de sociedad que los gobiernos pretenden. En este sentido, se convierten en instrumentos estratégicos cuyo fin es el de facilitar la gestión política y el uso y fiscalización de los recursos. El desarrollo socioeconómico mismo no es espontáneo; al contrario, es un proceso gestionado, dirigido y estructurado. La otra dimensión se refiere a la "dinámica social", debido a que la toma de decisiones normalmente se refiere a un problema concreto en el que se resaltan las dinámicas de los grupos involucrados de acuerdo a sus intereses y expectativas.

Al constituir acciones concretas desde el Estado, suponen un proceso de toma de decisiones para modelar lo social desde las políticas públicas. Dicho proceso se orienta e informa desde dos dimensiones. Una, vinculada al desarrollo socioeconómico —entendido como producción económica y redistribución social de la riqueza—, a su naturaleza, características, transformaciones y concepciones. El desarrollo socioeconómico mismo no es espontáneo; al contrario, es un proceso gestionado, dirigido y estructurado. La otra dimensión se refiere a la "dinámica social", debido a que la toma de decisiones normalmente se refiere a un problema concreto en el que se resaltan

las dinámicas de los grupos involucrados de acuerdo a sus intereses y expectativas.

2. Evaluación de las políticas públicas mineras y ambientales en Bolivia

De la evaluación de las políticas públicas ambientales en el sector minero de Bolivia, durante el periodo que comprende a nuestra investigación, de 1997 a 2008, se rescata una necesidad de revisar las acciones y omisiones del gobierno vinculándolas en primer orden con las concepciones del desarrollo socioeconómico asumidas por éste. Asimismo, se busca vincularlas con los intereses y expectativas de los grupos sociales.

Por ello, considerando las características y modificaciones significativas de la concepción de los gobiernos sobre el proceso del desarrollo, podemos identificar dos momentos claramente diferenciados:

El primer momento, de 1997 a 2004, presenta un predominio de concepciones neoliberales, cuyo rasgo central es considerar al mercado como el mejor mecanismo de regulación y modelación de lo económico y social, abogando por un rol restringido del Estado. Durante los siete años que comprende este primer momento, la concepción de desarrollo socioeconómico asumida por los gobiernos se adscribió a los enfoques de libre mercado. Desde esa postura, las decisiones en materia de políticas públicas se esforzaron en adecuar la organización económica y gestión ambiental de la minería nacional al funcionamiento y reglas del libre mercado. De esta manera, se procuró una atracción de inversión privada extranjera. Ese extremo se evidencia en la promulgación e implementación de la Ley Nº 1777 del Código de Minería en marzo de 1997; la aprobación del Decreto Supremo Nº 24782, Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM), en julio de ese mismo año. Los aspectos principales del Código de Minería, concordantes con las concepciones de desarrollo de ese momento, se sintetizan en lo siguiente:

- Se establece un régimen de concesiones mineras equiparables a la otorgación de derechos de propiedad privada a sus titulares, considerándolos un bien inmueble. Ésta es transferible y transmisible por sucesión hereditaria, susceptible de hipoteca y objeto de cualquier contrato, además de una duración indefinida a condición del pago de su patente.
- Se establece la libre e irrestricta comercialización de minerales.
- Se propicia la flexibilización impositiva mediante la creación del Impuesto Complementario Minero (ICM). El cálculo de dicho impuesto es fluctuante al comportamiento de las cotizaciones internacionales y acreditable al Impuesto a las Utilidades de las Empresas (IUE), además de otros mecanismos de acreditación impositiva.
- Se retira al Estado de las actividades mineras, asignándosele a COMIBOL un rol estricto de administrador de contratos de Riesgo Compartido y arrendamientos.

En lo ambiental, tanto el Código de Minería como el RAAM se orientan a generar condiciones de flexibilidad para el sector minero:

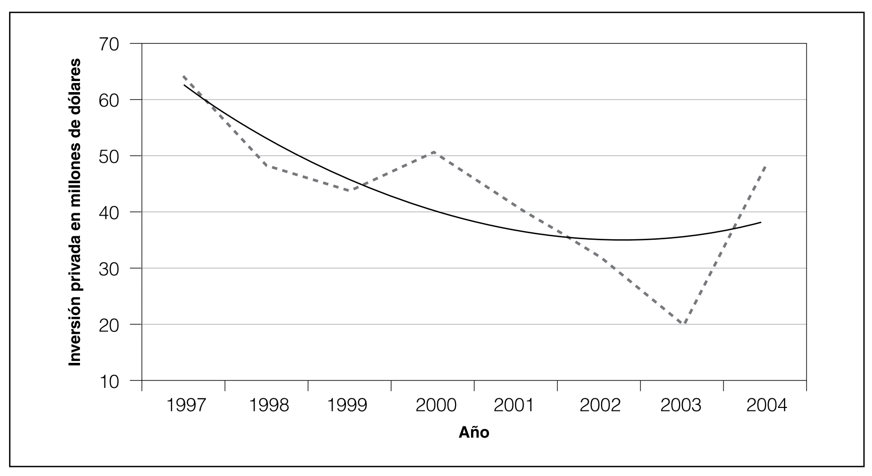
- Se establece como derecho del concesionario u operador minero el acceso, aprovechamiento y enajenación de otros recursos naturales requeridos para sus actividades, como suelos, aguas, recursos forestales, áridos y otros.
- Se establece la elaboración de Auditorias de Línea Base Ambiental (ALBA) como mecanismo para liberación de responsabilidades ambientales sobre problemas, daños e impactos ambientales generados con anterioridad a la promulgación de la Ley de Medio Ambiente (1992) o anteriores a la otorgación de las concesiones y/o el inicio de la actividad minera.
- La flexibilización de algunos estándares y procedimientos de control ambiental establecidos en la ley de Medio Ambiente y sus Reglamentos. Como ejemplo se tiene la duración indefinida de las licencias ambientales mineras, la prescripción de las acciones por daños ambientales en el plazo de tres años, la sustitución del Art. 43 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), que prohibía la descargas de aguas

residuales de proceso de cianuración, por otra redacción que permite la descarga de aguas con cianuro dentro límites permisibles.

- El reconocimiento del Derecho de Consulta Previa a los Pueblos Indígenas establecido por el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)[4].

Si se considera que la implementación de estas regulaciones se diseñó para propiciar un ambiente favorable a la atracción de inversión privada extranjera, con la promesa de que con ella se lograría el flujo de recursos hacia el Estado, los resultados entre 1997 y 2004 en esa dirección fueron contrarios. Las inversiones en lugar de aumentar, disminuyeron y la recaudación de ingresos para el Estado también manifestó una tendencia en declive, como se aprecia en las siguientes gráficas:

Gráfico 17
Evolución de la inversión privada 1997-2004



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008a.

4 Es probable que el reconocimiento de este derecho haya respondido más a las exigencias de los organismos multilaterales, por cuanto, al margen de su reconocimiento formal, este derecho nunca se implementó.

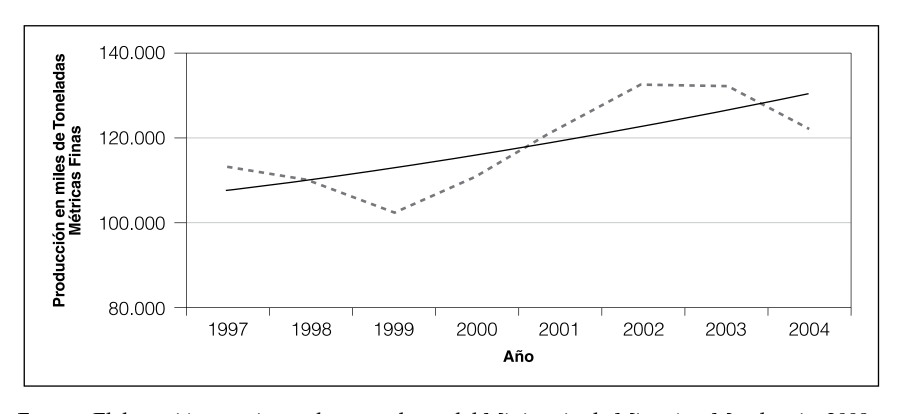
Gráfico 18
Pago de regalías de la Minería Mediana entre 1997-2004

Pago de regalías en dólares
9.000.000
8.000.000
7.000.000
6.000.000
5.000.000
4.000.000
1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004
Año

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008a.

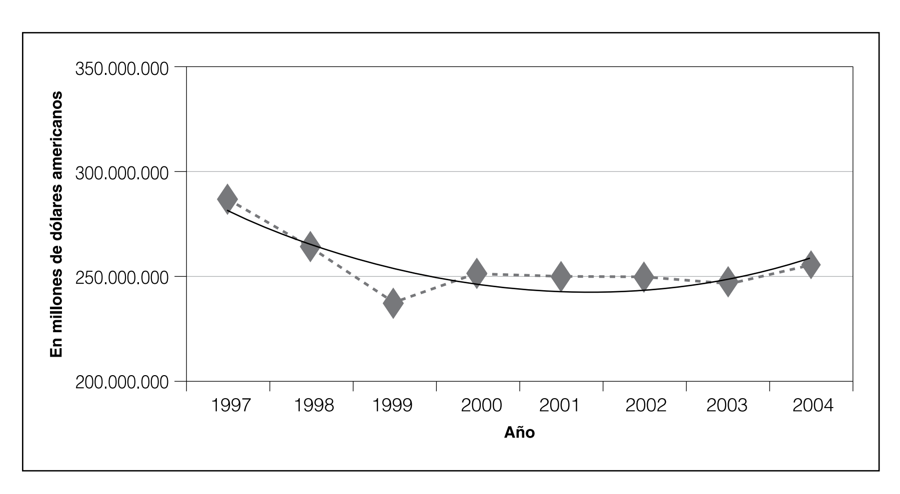
No obstante, la implementación del Código Minero y la normativa ambiental minera propiciaron condiciones para que las empresas puedan incrementar sus volúmenes de extracción. Dicho incremento no contaba con trabas tributarias o ambientales, lo que se tradujo también en una relativa estabilidad en el valor bruto de su producción, a pesar de las coyunturas de precios internacionales de minerales relativamente adversos.

Gráfico 19
Volúmenes de producción de la Minería Mediana 1997-2004



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008a.

Gráfico 20
Valor bruto de la producción de la Minería Mediana 1997-2004



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008a.

Con la vigencia del RAAM, las empresas mineras lograron acelerar la obtención de Licencias Ambientales, vía presentación de Manifiestos Ambientales (MA), Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) o Certificados de Dispensación (CD). Entre 1999 y 2004, se otorgaron un total de 125 Licencias Ambientales al sector minero, partiendo de una situación inicial de seis licencias en 1999 hasta un máximo de treinta en el año 2004 (Gráfico 21).

La otorgación de Licencias Ambientales vía Manifiestos Ambientales, así como a través de los EEIA, propios de operaciones medianas y grandes pre-existentes, la primera, y nuevas, la segunda, refleja que han sido estos operadores mineros quienes más accedieron a regularizar gradualmente el cumplimiento de la normativa. Debe considerarse, además, que la realización y presentación de esa documentación requiere de servicios especializados. Según la normativa, todo ello debe encargarse a consultores autorizados. Se puede inferir, entonces, que impulsó la creación de un mercado de consultorías técnicas para la realización de los Estudios Ambientales, cuya demanda, en este caso, se conforma exclusivamente por los operadores mineros.

Gráfico 21
Licencias Ambientales Mineras por tipo

Número de Licencias Ambientales Mineras

	Año 1999	Año 2000	Año 2001	Año 2002	Año 2003	Año 2004
Suma de CD	1	0	1	2	1	5
Suma de MA	3	8	26	18	20	16
Suma de EEIA	2	2	2	2	7	9

Fuente: Elaboración propia con base en INE, 2009.

Respecto a lo último, la elaboración de los estudios y documentación ambientales integrantes de las licencias se constituyen, según la Ley de Medio Ambiente y sus reglamentos, como instrumentos de regulación directa de alcance particular (Art. 50 del Reglamento General de Gestión Ambiental). Aquello significa que es mediante estos instrumentos que el estado ejerce su obligación de control de la calidad ambiental (Art. 18 de la Ley Nº 1333 de Medio Ambiente). Sin embargo, su elaboración es mediada por la generación de un mercado de consultoras, cuya oferta es altamente vulnerable a la exigencia de la demanda. Ésta es reducida y está circunscrita a un número finito de operadores mineros, quienes en cierta forma ejercen monopolio sobre el consumo del producto. En esas condiciones, es alta la probabilidad de que la demanda del producto "Evaluación Técnica Ambiental" se oriente no tanto por el grado de calidad y objetividad de los estudios, sino por su efectividad en la sustentación de la viabilidad de sus proyectos y operaciones para la obtención de la Licencia Ambiental. Esto pone en evidencia otra falla de mercado en relación a la evaluación y regulación ambiental en las políticas públicas.

Por otro lado, un segundo momento, de 2005 a 2008, surgió por el incremento del descontento social ante los resultados de las políticas implementadas. Se caracteriza por el cuestionamiento de las concepciones neoliberales, el reconocimiento de las fallas e insuficiencias del mercado para resolver las desigualdades sociales y el abogar por una mayor intervención del Estado. El cambio en las concepciones de gobierno sobre el desarrollo se expresa en la asunción del gobierno del Movimiento al Socialismo (MAS) en enero de 2006 y la promulgación de la Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional, en febrero de 2009. Los resultados adversos de la aplicación de las políticas de libre mercado en el desarrollo socioeconómico nacional conllevaron, en octubre del 2003, a la confluencia de la presión de los movimientos sociales en un estallido, exigiendo el cambio de políticas. El proceso de modificación de las políticas públicas comenzó a insinuarse ya en los gobiernos de transición de Carlos Mesa Gisbert y Eduardo Rodríguez Beltzé, para finalmente convertirse en discurso hegemónico de gobierno con la asunción del MAS en enero del 2006 y el posterior proceso de la Asamblea Constituyente.

En lo referente a la minería, también se expresaron presiones para un cambio de rumbo orientado a la revisión del Código de Minería. Esto estuvo propiciado por una coyuntura favorable en el mercado internacional de minerales, que no se traducía en un incremento proporcional de las recaudaciones del Estado, debido a las flexibilidades tributarias de la normativa minera. Los temas del debate en el proceso de revisión de las políticas mineras y los instrumentos para su aplicación se detallan a continuación:

- Revisión del régimen de concesiones por vulnerar la propiedad del Estado sobre los recursos mineros y convertirse en mecanismo de especulación y acaparamiento improductivo. El instrumento inicial para esta revisión fue la declaratoria de Reserva Fiscal del territorio boliviano y luego la sustitución del régimen de concesiones mineras por el de contratos mineros en la Nueva Constitución Política.
- Revisión del régimen tributario minero, posibilitando el incremento de las recaudaciones del Estado, en especial en coyunturas de alza de los precios internacionales. Asimismo, procurar una nueva redistribución tributaria considerando a

los municipios mineros. Esta propuesta se materializa con la aprobación de la Ley Nº 3787 que sustituye el Régimen Regalitario e Impositivo Minero y el Decreto Reglamentario Nº 29577.

- La revisión del rol de COMIBOL, procurándole mayor participación en las distintas actividades de la cadena de las operaciones mineras. Es concretado mediante la nacionalización de Huanuni y Vinto.
- El impulso a la exploración y prospección minera desde el Estado. Al respecto, el Art. 100 de la Ley Nº 3787 establece que al menos el 10% del monto destinado por las prefecturas a inversión pública proveniente de las regalías mineras debe destinarse a actividades de prospección y exploración, reactivación y monitoreo ambiental en el sector minero.
- El impulso a incrementar mayor valor agregado en el proceso minero, procurando incorporar procesos de industrialización. Este principio fue establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y operativizado, en parte, en el contrato de explotación del Mutún y en el proyecto piloto del litio.

En materia ambiental, dos son los temas encarados con prioridad en el sector minero:

- La implementación del derecho de Consulta Previa del Convenio Nº 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ratificado por Ley Nº 1257 del 11 de julio de 1991 y expresamente reconocido por el Código de Minería en su Artículo 15. La demanda de este derecho viene generando conflictos con comunidades campesinas, suscitándose ocupaciones y desalojo de minas. En respuesta, el gobierno ha establecido la creación de la Dirección de Consulta, dependiente del Ministerio de Minería, en procura de orientar el derecho de Consulta Previa en la facilitación de la presencia de las operaciones mineras.
- La adecuación ambiental del sector cooperativista, considerada como tema prioritario de la planificación ambiental del Ministerio de Minería. Se parte de considerar que los problemas más graves de contaminación están concentrados en las cooperativas y la minería chica. Debido a sus limitaciones económicas,

no dispone de condiciones para acceder al mercado de consultorías técnicas, a fin de realizar los Estudios Ambientales para la obtención de sus licencias. Por ello, se ensayan programas de apoyo estatal orientados a canalizar el acceso a esos servicios técnicos. La adecuación ambiental de las cooperativas mineras se entiende, entonces, como la acción clave para la mejora del desempeño ambiental del sector minero en general, por cuanto las empresas medianas en su mayoría cuentan con Licencias Ambientales.

Una comparación *a priori* de las políticas públicas mineras en ambos momentos insinúa abiertas contradicciones entre ambas. A simple vista se visibiliza la intencionalidad por desarmar el andamiaje pretendido por las políticas de libre mercado para el sector minero.

No obstante, y en gran parte explicable por la coyuntura excepcionalmente favorable de los precios internacionales y la creciente demanda de las economías asiáticas, la paulatina implementación del cambio de políticas no constituyó una alteración drástica, ni mucho menos el alejamiento de la inversión privada extranjera:

Gráfico 22
Inversión privada minera 2004-2008

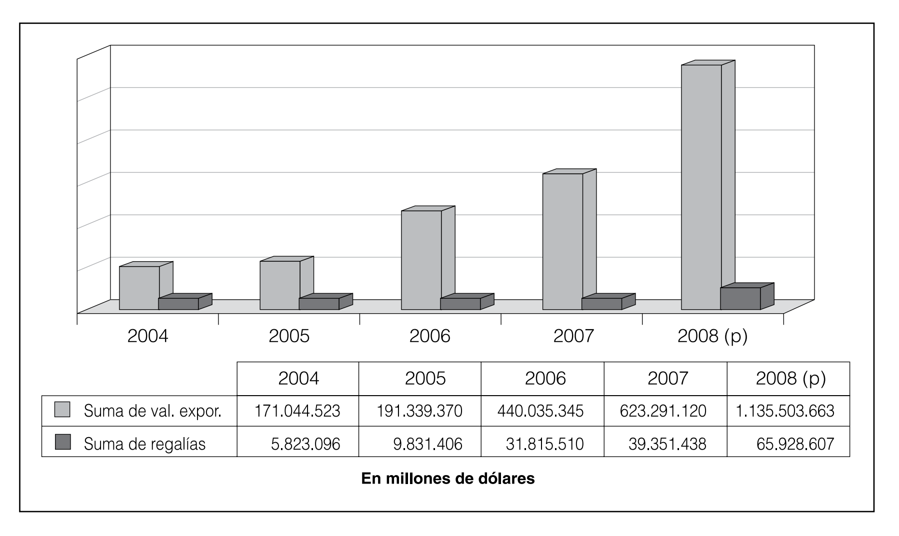
	2004	2005	2006	2007	2008 (p)
Total	48	287,5	326,7	384,904	234,7

Inversión privada en millones de dólares

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008a.

Del mismo modo, el comportamiento del pago de las regalías de las empresas mineras medianas al Estado, si bien experimentaron un incremento significativo, su proporción en relación al valor de las exportaciones se mantuvo en términos moderados tolerables para los operadores mineros:

Gráfico 23
Valor de las exportaciones y pago de regalías de la Minería Mediana 2004-2008



	2004	2005	2006	2007	2008 (p)
Suma de val. expor.	171.044.523	191.339.370	440.035.345	623.291.120	1.135.503.663
Suma de regalías	5.823.096	9.831.406	31.815.510	39.351.438	65.928.607

En millones de dólares

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008a.

Salvo la re-estatización de Huanuni y la fundición de Vinto, que parece haber obedecido más a razones de preservar condiciones de gobernabilidad ante la magnitud del conflicto entre mineros asalariados y cooperativistas, las políticas mineras en este segundo momento continúan privilegiando la atracción de inversiones externas en el sector, en procura de fortalecer una minería de extracción intensiva. Esa perspectiva coincide con el creciente interés de las economías asiáticas (China, India, Japón, Corea y otros) de incrementar la presencia de sus empresas y el control de las materias primas metálicas en la región. Dicha figura se deduce del hecho que, actualmente, los proyectos mineros más grandes y de alta inversión concretados en este último periodo son de origen asiático (ejemplo, Sumitomo del Japón en San Cristóbal, Jindal de la India en el Mutún, una empresa

de Corea del Sur en Coro Coro), que cuentan con el aval y respaldo público del gobierno actual.

Una evaluación preliminar nos indica que la modificación de las políticas públicas en minería, durante este segundo momento, no impidió avanzar en las metas perseguidas por sus antecesoras de corte neoliberal; es decir, atraer inversión e incrementar la recaudación impositiva para el Estado, sin afectar la rentabilidad minera. De allí, podemos plantear que la diferencia central entre las anteriores políticas y las actuales no radica en su postura respecto al rol de las fuerzas del libre mercado, más bien está referida al rol del Estado en su funcionamiento. El rasgo de la intervención estatal, en este segundo momento, no se orienta a sustituir al mercado y la inversión privada, sino a corregir las fallas de mercado que impidieron la atracción de inversiones y el consiguiente incremento de los ingresos de rentas mineras.

Una evidencia clara de aquello es el tema de las prospecciones y exploraciones mineras. En el anterior periodo, se concebía que esta tarea sería desarrollada por las denominadas empresas "junior". Sin embargo, el grado de riesgo que implica la inversión en este rubro no posibilitó que se concrete ese objetivo. El resultado fue una insuficiente actividad de prospección minera que impedía la identificación de yacimientos atractivos a la inversión extranjera. Actualmente, se persigue superar esa deficiencia, asumiendo desde el Estado la realización de las labores de prospección y exploración con la reactivación y el fortalecimiento del Servicio Geológico y Técnico de Minas (SERGEOTECMIN), que sólo entre el año 2007 y 2009 viene encarando cerca de 13 proyectos de exploración y prospección (Ministerio de Minería y Metalurgia, 2008a).

3. Patrón de desarrollo y políticas públicas

En el Informe sobre Desarrollo Humano en Bolivia 2007, del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el acápite dedicado a las Políticas Públicas menciona que, desde 1900 hasta la actualidad, el país ha ensayado varios modelos económicos para administrar un solo patrón de desarrollo de "economía de base estrecha". Desde esa perspectiva, la "economía de base estrecha" se

sostiene en el aprovechamiento de pocos productos, realizado por pocos actores competitivos y en pocos territorios articulados (PNUD, 2007: 269). En la misma línea, Gray Molina (2003) afirma que el "crecimiento económico de base estrecha" genera ingresos pero no genera mayores empleos ni reducción de la pobreza.

Humérez Quiroz y Dorado Araníbar (2006) sostienen que las características del patrón de desarrollo en Bolivia se han mantenido inmutables a lo largo de su historia, a pesar de los cambios en el modo de su administración. Es decir, se han preservado los fundamentos básicos de éste, como son la explotación de recursos naturales no renovables o renovables con ninguna o escasa transformación. También se puede mencionar la elevada concentración de las exportaciones en este tipo de productos, intensivos en capital, aunque no necesariamente en progreso tecnológico y absorbedores de mano de obra sin calificación, importaciones netas de bienes y servicios con valor agregado. Estos autores concluyen que los gobiernos no pudieron cambiar la estructura, relaciones y lógica de funcionamiento del patrón de crecimiento, que es la esencia del desempeño económico interno y externo del país. Todo ello se dio independientemente del modelo adoptado por los distintos gobiernos de turno, como el liberal proteccionista, con intentos de nacionalismo de mayor intervención del Estado en los asuntos económicos.

En el caso específico de la minería y su articulación con el patrón de desarrollo económico, Morales y Evia (1995) advierten que la minería es intensiva en capital, aunque poco eslabonada con el resto de la economía. Igualmente, afirman que, al depender en gran medida de la inversión directa extranjera, puede dar lugar a una repatriación significativa de las utilidades a los países de origen de los capitales, por lo cual es relativo su rol de generador de divisas netas. Esos rasgos condicionan para que la principal articulación del sector minero con el resto de la economía nacional se realice mediante la articulación fiscal, sea a través de la propiedad estatal de las empresas mineras o mediante la tributación.

Sin embargo, siguiendo a estos autores, precisamente la articulación fiscal constituye un factor que dificulta un crecimiento de la economía basado en la explotación de los recursos mineros.

Ese extremo estaría corroborado por los análisis sobre el fenómeno del "mal holandés", que expresa una dinámica perversa. Ello se debe a que las ventajas proporcionadas por los ingresos mineros en momentos de altos precios desaparecen cuando los precios bajan bruscamente o los yacimientos se agotan de forma acelerada, provocando desajustes violentos en el funcionamiento de la economía. Uno de sus efectos típicos, por ejemplo, es el comportamiento del gasto público que se expande durante la fase del *boom* pero que difícilmente, salvo con medidas traumáticas de alto costo social, puede recortarse durante la caída.

Al respecto, Gray Molina hace notar que este patrón de desarrollo corresponde con el funcionamiento de un Estado rentista y prebendalista. Esto sucede en tanto el incremento de las exportaciones basadas en explotación intensiva de recursos naturales primarios no está aparejado con una diversificación económica, pero posibilita el incremento de los ingresos del Estado. Su manejo es permeable a las presiones e intereses de los grupos políticos hegemónicos.

El Plan Nacional de Desarrollo, elaborado por el Ministerio de Planificación del Desarrollo del gobierno del MAS en junio de 2006 y cuyas directrices continúan reconociéndose válidas para el segundo mandato, define el modo de desarrollo que ha regido en Bolivia como un "patrón de desarrollo primario exportador", que se caracteriza por la explotación y exportación de recursos naturales sin valor agregado, sin permitir la acumulación interna, sino que transfiere excedentes al exterior.

Esta última definición es coincidente en la descripción de los rasgos y naturaleza del patrón de desarrollo formulado por los anteriores autores, quienes lo denominan "economía de base estrecha". Independientemente de la denominación el rasgo central que predomina en las definiciones, es la estructuración de una base económica de explotación intensiva de recursos naturales primarios orientados a la exportación y, por tanto, dependiente y vulnerable a los cambios y comportamientos del mercado y economía mundiales. Sin embargo, es en relación a su vinculación y correspondencia estructural con la economía mundial que las anteriores definiciones del patrón de desarrollo nacional no presentan aportaciones relevantes que permitan

profundizar en la comprensión para delinear los pasos hacia su transformación. Para ello, las aportaciones de Harvey (2004) sobre el ajuste espacio temporal y la acumulación por desposesión como mecanismos de resolución de las crisis del capital mundial ofrecen un marco útil de comprensión.

El mecanismo de ajuste espacio-temporal se funda en la idea de que el rasgo general de las crisis del capitalismo recae sobre la acumulación y el excedente de producción y capital que no pueden venderse ni invertirse sin pérdidas. Se constituyen como capacidad productiva inutilizada y/o excedentes de capital-dinero que carecen de oportunidades de inversión productiva y rentable. El ajuste espacio-temporal representa metafóricamente una forma de solución a las crisis capitalistas, a través de la transferencia del excedente para su realización en otros tiempos u otras zonas geográficas. Se organizan nuevas divisiones territoriales de trabajo, se abren nuevos y más baratos complejos de recursos, nuevos espacios de acumulación de capital y de penetración de relaciones sociales y arreglos institucionales capitalistas. El excedente de capital se envía a otro lugar a fin de encontrar un nuevo espacio para su realización rentable. En los nuevos espacios a los que se envían los excedentes de capital se genera un proceso de intercambio desigual. A cambio del capital que ingresa salen materias primas u otros insumos más baratos que posibilitan aliviar temporariamente la presión a la baja de la tasa de ganancia.

Respecto del mecanismo de acumulación por desposesión, éste se constituye en la mercantilización, privatización y/o usufructo con fines privados de bienes públicos, comunes o colectivos, así como en la supresión o restricción del derecho a los bienes comunes o la supresión de formas de producción y consumo alternativos. La reciente depredación de los bienes ambientales globales (tierra, aire, agua) y la proliferación de la degradación ambiental han resultado de la total transformación de la naturaleza en mercancía, lo que se convierte en una nueva ola de "cercamiento de los bienes comunes". Estos mecanismos se han visibilizado explícitamente durante el periodo neoliberal y, en la actual coyuntura, si bien son cuestionados no fueron plenamente sustituidos.

El patrón de desarrollo "primario exportador" o de "base estrecha", como se quiera llamar, más que responder a las características y limitaciones del desarrollo económico y procesos de acumulación interna, se ha estructurado y perdurado por la estrecha relación y funcionalidad con los mecanismos de acumulación y resolución de la crisis de la economía capitalista mundial. La extracción intensiva de materias primas no ha sido una vocación económica realizada de voluntad propia, sino por agentes externos y orientados a las necesidades del mercado y economía mundial.

En ambos momentos evaluados de las políticas públicas, la atracción de inversión privada externa se constituye en un factor clave del accionar del Estado para el desarrollo del sector minero. En realidad, esta atracción de capital es coincidente con el mecanismo de reajuste espacio/temporal en búsqueda de espacios de realización rentable del capital. Cualquier inversión extranjera sólo se dará en condiciones de garantizar posibilidades de rentabilidad y repatriación de ganancias para su realización.

Son muchas las flexibilidades ambientales otorgadas al sector minero, como el posibilitar acceso irrestricto y gratuito al uso de otros recursos naturales o el consentimiento y tolerancia de la degradación ambiental. Esta degradación se encuentra registrada sólo en el control de los flujos de salida determinados y presumidos con base en EEIA y MA, realizados en el marco de una relación de mercado y cuyo posterior seguimiento es encargado al autocontrol del operador. Terminan convirtiéndose en un control estético y formal de parte del Estado. En realidad, se constituye como una subvención "oculta" del Estado y la sociedad hacia las empresas. Es, en los hechos, un mecanismo que permite la acumulación por desposesión, por cuanto consiste en el uso irrestricto de bienes comunes como el agua, biodiversidad, suelos, medio ambiente, etc., con fines privados.

4. Continuidad de las limitaciones en las políticas públicas ambientales para el sector minero

La presente investigación ha detectado una subvención ambiental oculta a través de las debilidades de regulación y control. Desde la vigencia del Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA),

Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA) y el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM), el énfasis de la gestión ambiental se ha diseñado procurando el control y regulación de los flujos de residuos. Dichos residuos (salidas) son generados por las actividades productivas, en función de las cuales, y según las características del residuo y del medio receptor, se hacen derivar las medidas de mitigación.

El mecanismo de regulación de los flujos de residuos (salidas) se basa en licencias o permisos ambientales. Estos son la Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) y la Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA). En ellas se establecen las condiciones, acciones y medidas específicas de control ambiental. La elaboración de estos instrumentos corresponde a las empresas quienes se proveen de servicios técnicos especializados mediante un mercado de consultorías, permeable a las exigencias de la demanda (en este caso las empresas).

Las acciones de seguimiento y monitoreo, del cumplimiento de los compromisos establecidos en las licencias, también corresponde a las empresas; es decir, sucede un mecanismo de autocontrol. La acción del Estado se reduce a la verificación de la información proporcionada por los operadores que, debido a sus limitaciones de capacidad institucional, en la mayoría de los casos sucede de manera irregular; es decir, no es sistemática ni fija. Asimismo, se considera el derecho al acceso irrestricto de otros recursos naturales presentes en el área de sus operaciones, como son el agua, recursos forestales, áridos y otros, cuyo uso no está sujeto a regulación. En tanto no exista un mecanismo de regulación y control confiable o se regule el uso de otros recursos naturales, persistirá un subsidio de la sociedad al sector minero.

La aplicación de las políticas ambientales en un contexto de privatizaciones ha expresado su orientación dentro una lógica empresarial. Es decir, se favorece la privatización de los beneficios (o externalidades positivas) y se socializan los costos (o externalidades negativas), lo que ha generado un incremento de la conflictividad.

Por otro lado, se vislumbra la ausencia de un sistema y una visión de gobernanza ambiental. La gobernanza se define como un proceso

formal e informal de interacción entre actores para la conducción de una sociedad. Señala el grado de desplazamiento de los estilos tradicionales de gobierno de control jerárquico por otros basados en la interacción y cooperación entre los poderes públicos y los actores no estatales (Aguilera, 2003: 40). También se define gobernanza como el sistema de "reglas, procesos, prácticas, valores, principios y normas formales e informales que pautan la implementación de una determinada política pública a partir de un estilo de ejercicio del gobierno que convierte la interacción y la cooperación de actores públicos y privados en uno de sus puntales claves" (*Ibíd*.: 60). De forma precisa, se trata de cooperación e interacción; se está haciendo referencia a la participación social en los procesos decisionales del gobierno y la vida política.

En relación al grado de gobernanza procurado por las políticas ambientales para el sector minero, cabe destacar que la otorgación de las Licencias Ambientales de las operaciones mineras medianas y grandes es asumida por las instancias nacionales con muy poca participación de las instancias departamentales y municipales. Esto debilita las condiciones para un seguimiento efectivo de su control y cumplimiento. De hecho, no existe disposición de información ambiental de las operaciones mineras presentes en las jurisdicciones de los gobiernos municipales. El acceso y disposición de información de las operaciones mineras, referidos a los volúmenes de extracción, concentración y exportación anuales, es insuficiente y restringido no sólo para cualquier ciudadano, incluso para las mismas instancias de Estado nacional, departamental y municipal. Las limitaciones de información precisamente restringen cualquier participación a niveles puramente formales.

CAPÍTULO II

Construcción de gobernanza ambiental a través de la ampliación de la generación, acceso y disposición de información minera

Como se mencionó en líneas previas, la gobernanza indica el grado de participación social en los procesos de toma de decisión de las políticas públicas, tanto a nivel de su diseño, como de su implementación. Uno de los factores clave que posibilita mejorar las condiciones y efectividad de la participación en el proceso de toma de decisiones es el acceso y disposición de información. Precisamente, con relación a la información, es donde más deficientes se han mostrado los resultados de las políticas públicas, hasta ahora implementadas en relación a las operaciones que han sido objeto de análisis en la presente investigación.

¿Cuál es el volumen anual de carga mineral extraída, los insumos utilizados, los concentrados procesados y entregados para su venta por cada una de las operaciones? ¿Cuál es el volumen de aguas usadas, la cantidad de suelos ocupados y los materiales áridos utilizados en actividades vinculadas con la operación? Son datos que no son de disposición regular de ninguna instancia de Estado, aunque es posible que se encuentren en las dependencias nacionales de manera dispersa y no sistematizada.

1. Objetivos de la propuesta

A partir de las anteriores constataciones, la investigación se propone:

– Plantear elementos que aporten en la construcción de gobernanza ambiental, promoviendo la generación, acceso y disposición de información sobre las operaciones mineras.

Todo esto debe basarse en la incorporación de indicadores básicos de contabilidad de flujo de materiales y mecanismos, que faciliten el acceso y disposición de información desde instancias ambientales municipales y mecanismos de control social.

– Propiciar mayor participación de las instancias municipales y departamentales en la gestión ambiental minera, fortaleciendo los procesos de descentralización.

– Fortalecer la presencia y rol del Estado en el control, fiscalización de los procesos mineros y la Gestión Ambiental del sector.

– Propiciar el avance hacia un enfoque integral de la Gestión Ambiental Minera con énfasis en la preservación de los ecosistemas locales.

– Disponer de información que permita evaluar la consecución progresiva del cambio del "patrón de desarrollo primario exportador" en la minería.

2. Propuesta 1: Incorporación de indicadores de contabilidad de flujo de materiales en la documentación de las Licencias Ambientales y Reportes Anuales

La propuesta se orienta a plantear cambios en el proceso de modificación de la normativa ambiental. Particularmente, se busca una nueva forma de manejar la reglamentación de la elaboración de los instrumentos de regulación de alcance particular. Se propone agregar, además de los contenidos establecidos de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental o los Manifiestos Ambientales, la obligatoriedad de reportar un balance de flujo de materiales con base en indicadores de ingreso y salida como se describe a continuación. Asimismo, se sugiere la obligatoriedad de reportar anualmente el comportamiento y evolución de dichos indicadores.

a) **Ingreso (input) de Materiales Directos (IMD):** Constituido por todos aquellos materiales que poseen un valor económico y son usados en las actividades productivas y el consumo. Se registran en TN bajo el siguiente criterio:

Origen	Clase	Grado de procesamiento
Local	- Minerales (Metálico, no metálico, áridos) - Biocombustible - Biomasa	
Nacional		- Materia prima - Semi acabado - Acabado
Importado		- Materia prima - Semi acabado - Acabado

Fuente: Elaboración propia.

b) **Salida (output) de Materiales del Proceso (OMP):** Se describe en unidades físicas (toneladas) la cantidad total de materiales liberados al ecosistema local tras ser utilizados en el proceso de las operaciones mineras.

Forma de salida	Tipo		Destino
Residuos	Desechos	Disipación y pérdidas	
Producción de concentrados	TMS	TMF	

Fuente: Elaboración propia.

c) **Uso y ocupación de suelos (Extracción de Material No usado-EMN):** Describe los flujos de materiales que se movilizan de manera intencionada y por medios tecnológicos, pero que no se consideran apropiados y ni destinados a ser utilizados de forma directa en la operación minera. Son los suelos excavados, las áreas ocupadas por la infraestructura de la operación o de disposición de desechos, los suelos erosionados, etc.

d) **Balance de flujo de aguas:** Describe los volúmenes de ingreso y salida de agua en el proceso minero, según el siguiente detalle:

Ingreso de agua	Salida de agua
Clase A	Clase A
Clase B	Clase B
Clase C	Clase C

Fuente: Elaboración propia.

3. Propuesta 2: Mecanismos de acceso y disposición de la información de la actividad extractiva en el ámbito de los municipios mineros

Los gobiernos municipales se constituyen como los mediadores estatales inmediatos a las operaciones mineras y las poblaciones circundantes son potencialmente afectadas por los impactos ambientales. Por eso, se propone reimpulsar su rol en las tareas de regulación, control y fiscalización, mediante las siguientes acciones:

a) **Creación de instancias de control minero ambiental en los municipios:** Los gobiernos municipales de las zonas estudiadas han permanecido al margen y ausentes del proceso de toma de decisiones en políticas públicas referidas al control ambiental en la minería. Existe una disposición que establece que el 15% de la recaudación por regalías mineras debe destinarse a los municipios de origen de las operaciones mineras. Así, existen las condiciones financieras para la implementación de departamentos de control ambiental y minero en estos municipios, que a su vez pueden propiciar un mejor desempeño de las operaciones. Desde estas instancias de municipales, es posible implementar acciones de control del ingreso y salida de materiales, así como el llevar estadísticas actualizadas de las operaciones.

b) **Organización y fortalecimiento de instancias de control social en los municipios:** Los artículos 241 y 242 de la Constitución Política del Estado establecen el ejercicio del pueblo soberano en la participación y el control social en todas las instancias del Estado, para la formulación de políticas y el manejo transparente de la información, entre otras atribuciones. En ese marco, y apoyados en la experiencia exitosa del control social establecido en la operación minera Huanuni, se propone la creación de instancias de control social en los municipios mineros. El objetivo es condicionar mejores posibilidades de seguimiento de la información de cada una de las operaciones y establecer prioridades en la inversión pública de los recursos generados por las operaciones, así como respecto del uso eficiente de los recursos naturales.

4. Resultados esperados por la investigación

De la implementación de las anteriores propuestas se esperan los siguientes resultados:

- Incremento del acceso y disponibilidad de la información de las operaciones mineras presentes en las jurisdicciones de los municipios de intervención.
- Aplicación de mecanismos de control y regulación por parte de las instancias ambientales municipales de control minero ambiental creadas y en funcionamiento.
- Instancias de control social en cada municipio, posibilitando un proceso de toma de decisiones con amplia participación e información en el interés social.
- Un procedimiento de gobernanza ambiental fortalecido con la interacción y sinergia de las instancias municipales, control social, sociedad civil, instancias de Estado departamental y nacional.

Con respecto a la localización y los beneficiarios, el área de intervención del proyecto comprende los municipios de Huanuni y Antequera del departamento de Oruro. La población total de ambos municipios asciende a 22.780 habitantes (Ver Cuadro 9).

Los beneficiarios específicos de la aplicación de nuestra propuesta son, además de la población de los municipios, los gobiernos municipales, así como las organizaciones campesinas con las que se ha entablado acuerdos de acción conjunta.

5. Viabilidad de la propuesta

La viabilidad de la propuesta de construcción de gobernanza ambiental se sustenta desde los siguientes puntos de vista:

- **Técnicos:** Primero en relación a los indicadores de contabilidad de flujos de materiales, cuyo registro y sistematización es una práctica normal al interior de las operaciones. Con relación a los

mecanismos de acceso de información, en la gestión ambiental y minera viene siendo una necesidad creciente en los sistemas de administración municipal.

- **Económicos:** La presentación de informes y reportes de flujos de materiales al interior de las empresas no constituirá un gasto adicional, por cuanto este registro, como se mencionó en líneas previas, es práctica usual en las operaciones mineras. En relación a la implementación de dependencias municipales de gestión ambiental y minera, así como los mecanismos de control social, al ser instancias definidas por ley, tienen implícitamente fuentes de financiamiento desde los recursos del Estado.
- **Sociales:** El incremento de la información permitirá asimismo mejorar las condiciones de participación social, lo cual posibilitará una evaluación positiva de la implementación de la propuesta, otorgándole viabilidad social.
- **Ambientales:** La propuesta apunta a fortalecer la participación y vigilancia social en torno a la preservación y protección de los bienes comunes. En ese marco, lo bienes comunes constituyen recursos naturales de aprovechamiento colectivo, como el agua, el suelo, la biodiversidad, factores claves en el funcionamiento de los ecosistemas.

La aplicación de la propuesta, en primer lugar, se ha de basar en acciones de incidencia hacia los actores interesados, para luego, a partir de entablar acuerdos de acción común, desarrollar acciones de incidencia conjunta ante actores tomadores de decisión. Durante el primer momento, los actores identificados como clave son los gobiernos municipales y las organizaciones sindicales de campesinos presentes en ambas microcuencas. En un segundo momento, con base en los acuerdos alcanzados, se priorizarán acciones de incidencia ante instancias del Estado nacional y departamental, a fin de lograr respaldo en los planteamientos de construcción de gobernanza ambiental.

Respecto a la sostenibilidad de la aplicación de la propuesta, existen dos dimensiones a considerar: la sostenibilidad institucional y la sostenibilidad económica. En relación a la sostenibilidad

institucional, que permita garantizar la continuidad y realización de la propuesta, se considera en primer orden la necesidad de los gobiernos municipales respecto de proveerse de instancias de control ambiental, así como el acceso a la información de las operaciones que actúan dentro su jurisdicción. Por otra parte, la sostenibilidad ambiental también se garantiza por el interés de las organizaciones sociales de cada municipio que consideran de primer orden la aplicación de los mecanismos de control social.

Desde el punto de vista económico, en líneas previas se ha hecho referencia a la disposición de la norma que establece que el 15% de las recaudaciones, por concepto de regalías mineras, debe destinarse a los municipios de origen. En ese sentido, se cuenta con una base financiera que permitiría la implementación de las propuestas y su continuidad en el tiempo.

Durante el desarrollo de la investigación y las distintas actividades del mismo, se han generado, fortalecido y renovado sinergias-alianzas institucionales, tanto respecto a la discusión de la problemática, como de su potencial aplicación y uso en las acciones de los actores. Una descripción sucinta de las sinergias generadas y sus características se presenta a continuación:

Sinergias - Alianzas estratégicas generadas en el proceso de la investigación

Institución	Actividades vinculadas al proyecto	Nivel de interés en el uso de los resultados
Foro Boliviano de Medio Ambiente y Desarrollo (FOBOMADE)	Institución patrocinadora del equipo de investigación. Se han realizado reuniones de discusión con miembros sobre los resultados.	Existe interés para la aplicación del enfoque y resultados en las acciones de incidencia de modificación de la legislación minera y ambiental.
Colectivo de Coordinación de Acciones Socio Ambientales (COLECTIVO CASA)	Institución de apoyo del equipo de investigación. Se realizaron reuniones de análisis y discusión sobre políticas públicas con el resto de los miembros.	El análisis de las políticas públicas desde el enfoque de la Ecología Política es el principal eje de sus discusiones. Los resultados serán plenamente incorporados en sus actividades.

(Continúa en la siguiente página)

(Continuación de la anterior página)

Observatorio de Conflictos Mineros en Bolivia (OBCOM)	Se ha realizado una reunión de discusión sobre las políticas públicas mineras con base en los resultados de la investigación.	Dentro de su planificación 2010, se delineó la incidencia para la modificación de la norma minera y ambiental. Los resultados serán insumos requeridos.
Comisión para la Gestión Integral del Agua en Bolivia (CGIAB).	Se realizaron reuniones de discusión y análisis comparativo entre caso San Cristóbal y los casos de la investigación	Los resultados, particularmente en el tema agua, serán usados para sustentar propuestas de regulación de uso de aguas en industria extractivas.
Federación Sindical Única de Trabajadores Campesinos de Oruro (FSUTCO)	Se realizó un encuentro departamental sobre consulta previa, agua y medio ambiente.	Existe interés en usar resultados en formulación de propuestas sobre regulación hídrica y minería.
Sub Central de Campesinos Acre Antequera	Se han realizado varios encuentros con las comunidades de socialización de resultados y propuesta.	Existe interés para implementar el control social en su municipio con base en resultados de investigación.
Gobierno Municipal de Antequera, tercera sección de la provincia Poopó	Se realizó un encuentro de discusión sobre propuesta de políticas.	Existe interés por implementar una dirección de control ambiental con base en lineamientos de propuesta.
Gobierno Municipal de Huanuni, primera sección de la provincia Dalence	Se realizó un encuentro de discusión sobre propuesta de políticas.	Existe interés por implementar una dirección de control ambiental con base en lineamientos de propuesta.
Jóvenes Unidos en Defensa de la Naturaleza y la Vida (JUDNAVI)	Se realizó un encuentro de socialización de resultados con los grupos juveniles de activismo ecológico.	Existe demanda para internalizar conceptos y resultados de la investigación en ciclos de formación interna.

Bibliografía

Allied Deals
2000a *Manifiesto Ambiental Centro Minero Huanuni*. La Paz.
2000b *Auditoría de Línea Base ALBA*. La Paz.
2001 *Solicitud de registro y licencia para actividades con sustancias peligrosas LASP*. La Paz.

Aguilera, Luis
2003 Gobernabilidad y gobernanza: cinco tesis a la luz del capitalismo neoliberal del siglo XXI. http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/politica/aguilera1_310802. Ingreso 10.09.2009.

Carpintero, Oscar
2001 *Recursos Naturales y crecimiento económico en España (1955-2000): de la "Economía" a la "Economía de la adquisición"*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
2005 *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica*. Madrid: Fundación César Manrique.
2007 *La apropiación humana de producción primaria neta (AHPPN) como aproximación al metabolismo económico*. http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=504. Ingreso 25.09.2007.

Confederación Sindical Única de Trabajadores Campesinos de Bolivia
2006 *Remediación Ambiental del río Huanuni, Sora Sora, Machacamarca y lago Poopó*. Oruro.

Corporación Minera de Bolivia
1992 *Convocatoria pública nacional e internacional para suscripción de un contrato de Riesgo Compartido (Joint Venture) para el proyecto poli metalúrgico Bolívar*. La Paz.

1995 *Auditoría Ambiental de la mina Huanuni* (Parte I y II).
2006 "Pozokoni uno de los yacimientos estañíferos más ricos del país" en revista bimensual *"Bocamina: Huanuni"*, año 1 Nº 1. La Paz.

Compañía Minera del Sur
1997 *Manifiesto Ambiental. La Paz*
2001 *Informe de Medio Ambiente*. La Paz.
2003 *Informe de Medio Ambiente*. La Paz.
2004 *Informe de Medio Ambiente*. La Paz.

Crespo Flores, Carlos
2005 *La crisis del discurso consensualista de las políticas públicas en Bolivia y conflictos sociales.* Cochabamba: CESU.

Dirección General de Medio Ambiente y Cambio Climático (DGMACC)
2009 Nota de respuesta.

Enríquez, Isaac
2006 *La transformación de las concepciones sobre el proceso de desarrollo en las políticas públicas mexicanas*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Empresa Minera Huanuni
2009 Informe gestión 2008 del Departamento de Estadísticas.

ENVSTATS
2000 Sección de Estadísticas Ambientales de la División de Estadísticas de las Naciones Unidas. Nueva York: UNSD, PNUMA, Institute Wupertalt.

EUROSTAT
2001 *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*. Luxemburgo: Statistical Office of the European Union.

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)
2006 *Evaluación de los materiales en el comercio exterior Ecuatoriano, Colombiano y Peruano a propósito del TLC*. Quito: FLACSO.

FAO y Programa Mundial de Alimentos (PMA)
2002 *Análisis y cartografía de la vulnerabilidad e inseguridad alimentaria en Bolivia*. La Paz.

Figueroa, Juana
2005 "Valoración de la biodiversidad: Perspectiva de la economía ambiental y la economía ecológica" en INCI, vol. 30, Nº 2. Caracas: Asociación Interciencia.

Fischer-Kowalski, Marina; Helmut Haberl
2005 *El desarrollo sostenible: el metabolismo socioeconómico y la colonización de la naturaleza.* www.unesco.org/issj/rics158/kowalskispa.html. Ingreso 12.04.2005.

Fundación Aranjuez Paisaje Cultural
2005 *Huella ecológica. Conceptos básicos.* Barcelona: Centro de Educación Ambiental de Paisaje Aranjuez.

Granato, Leonardo; Carlos Nahuel Oddone
2009 "Valoración económica del medio ambiente: las propuestas de la economía ecológica y la economía ambiental" en Revista *OIDLES* vol. 3, Nº 7. Málaga: Universidad de Málaga.

González, Ana
2007 "La extracción y consumo de biomasa en México integrando la leña en el flujo de materiales" en *Revista de la red Iberoamericana de Economía Ecológica,* vol. 6. Barcelona: REBIVEC.

Gray Molina, George
2003 "Crecimiento de base ancha: entre la espada y la pared" en Revista *T'inkazos*, Nº 15. La Paz: PIEB.
2006 "El reto posneoliberal de Bolivia" en Revista *Nueva Sociedad* Nº 209. www.nuso.org. Ingreso: 05.06.10.

Gray, Rob, *et al.*
1993 *Contabilidad y auditoría ambiental*. Bogotá: Ecoe.

Harvey, David
2004 *El Nuevo Imperialismo: Acumulación por Desposesión*. Buenos Aires: Merlin Press.

Humérez, Julio; Hugo Dorado
2006 "Una aproximación de los determinantes del crecimiento económico en Bolivia 1960-2004" en *Revista de análisis Económico,* vol. 21. La Paz: UDAPE.

Instituto Nacional de Estadística (INE)
2001 *Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas*. La Paz.
2009 *Estadísticas del Medio Ambiente*. http/www.ine.gov.bo/índice,aspx?d1=0508&d2=6. Ingreso 25.06.2009.

INE-PNUD
2005 *Atlas estadístico de los municipios de Bolivia*. La Paz: Plural.

La Prensa
2009 "Mineros de Sinchi Wayra reanudan marcha a La Paz". La Paz, 14 de enero de 2009.

Maass, J.M.; H. Cotler
2007 "Protocolo para el manejo de ecosistemas en cuencas hidrográficas" en Cotler H. (Comp.). *El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental.* México D.F.: Instituto Nacional de Ecología.

Machín, María; Mayra Casas
2006 "Valoración económica de los recursos naturales: Perspectiva a través de los diferentes enfoques de mercado" en Revista *Futuros* N° 13, vol. IV. http://www.revistafuturos.info. Ingreso 10.05.06.

Martínez Alier, Joan
1998a *Curso de economía ecológica*. México D.F.: Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
1998b *Análisis de conflictos ecológicos*. Barcelona: ICTA.
2007 "Apropiación de la naturaleza por una comunidad maya yucateca: Un análisis económico-ecológico" en *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* vol. 7. Barcelona: REBIVEC.

Ministerio de Minería y Metalurgia
2008a *Base de datos sector Minero Metalúrgico 1980-2008*. La Paz.

2008b Extracto del Informe del Ministerio de Minería sobre contrato de Riesgo Compartido Mina Bolívar.

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente/ Secretaria Nacional de Minería
1995 Proyecto Piloto Oruro (PPO). La Paz.

Morales, Juan; José Evia
1995 *Minería y Crecimiento Económico en Bolivia*. Instituto de Investigaciones Socio Económicas. Documento de Trabajo 03/01.

Muñoz, Pablo; Jordi Roca
2006 "Las bases materiales del sector exportador chileno: un análisis input-output" en *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica,* vol. 4. Barcelona: REBIVEC.

Naredo, José Manuel; J. M. Gascó
1992 *Las cuentas del agua en España. Informe de Síntesis.* Madrid: Alianza.
2002 *Economía y sostenibilidad. La economía ecológica en perspectiva.* Madrid: Alianza.

Observatorio San Calixto
2005 *Estudio sísmico proyecto dique de colas mina Bolívar*. La Paz.

Pearce D.W.; B. Barbier; A. Markandya
1988 "Sustainable development and cost-benefit analysis". *En Canadian Environmental Assessment Research Council Workshop*. Vancouver.

Prefectura de Oruro
2005 *Plan de Acción Ambiental del Departamento de Oruro* (PAADO). Oruro.

PNUD
2007 *Políticas Públicas para la Base Ancha. Informe sobre el Desarrollo Humano en Bolivia*. La Paz.

Programa Nacional de Riego (PRONAR)
2000 *Diagnóstico del riego en el departamento de Oruro*. Oruro.

Plan de Desarrollo Municipal Machacamarca
2006 *Municipio de Machacamarca.* Oruro.

Plan de Desarrollo Municipal Antequera
2006 *Municipio de Antequera*. Oruro.

Rocha, Omar; Sol Aguilar
2008 *Bases técnicas para el plan de manejo de sitio Ramsa lagos Poopó y Uru Uru.* Oruro: Viceministerio de Biodiversidad Recursos Forestales y Medio Ambiente.

Rodríguez, Carmen, *et al*.
2005 *La SAMEA y la eficiencia ambiental en España*. Andalucía: Fundación Centro de Estudios Andaluces.

Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG)
2009 *Diagnóstico identificación de semillas en los 4 suyus.* Oruro: UMSS-GTZ.
2004 *Diagnóstico situacional*. Prefectura del Departamento de Oruro.

Swedish Geological AB (SGAB)
1992 *Impact of minerals industry on the environment in some areas of the departments of Oruro and Potosí.* Oruro: Ministerio de Minería y Metalurgia de Bolivia.

Sinchi Wayra
2006a *Informe de Medio Ambiente*. La Paz.
2006b *Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental EEIA-Nueva Presa de colas Quea queani*. La Paz.
2006c *Actualización Licencia Ambiental*. La Paz.
2006d *Informe de diseño de la Presa de Colas.* La Paz.
2007a *Informe de Medio Ambiente*. La Paz.
2007b *Sistema de dotación de agua para consumo humano comunidad Queaqueani*. La Paz.
2007c *Informe anual de medio ambiente gestión 2007 de la mina Bolívar.* La Paz.
2007d *Aclaración informe anual de Medio Ambiente gestión 2006 mina Bolívar*. La Paz.

2008 *Informe complementario al informe anual 2007 de la mina Bolívar*. La Paz.

Sunkel, Osvaldo, *et al.*
1981 *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*. México D.F.: Fondo de cultura económica.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)
2004 *Climatología*. Oruro.

Subcentral Acre Antequera
2008 Pliego de demandas ambientales presentadas a la Prefectura de Oruro. 15 Septiembre.

The World Bank
2006 *Global economic prospects and developing countries 2005*. Washington D.C.: World Bank.

Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (UDAPE)
2005 *Sector Minero 1990-2004.* La Paz.

Universidad Autónoma Tomas Frías
2006 *Diagnóstico hidrológico hidrogeológico de la subcuenca Antequera*. Potosí.

Universidad Técnica de Oruro, *et al.*
2007 *Evaluación Ambiental del lago Poopó y sus ríos tributarios.* Oruro.

Universidad de Compostela
2007 *La huella ecológica de una economía cerrada: consideraciones teóricas sobre el ajuste de comercio en el marco de análisis de la huella.* www.eumed.net. Ingreso 28.07.07.

Vargas, Ades (Miembro del comité de Control Social de la Empresa Minera Huanuni)
2009 Entrevista. Huanuni, 10/06/09.

Zaelke, Durwood, *et al.*
1995 *Comercio internacional y Medio Ambiente, derecho economía y política*. Buenos Aires: Espacio Editorial.

Anexos

Anexo I
Input de materiales mirectos
de la Empresa Minera Huanuni

Cuenta 1: Cuenta del Input Directo de Materiales

Recursos	2000	2008
Extracción Local	143.247,00	276.488,00
Input nacional de materiales	1.475,99	3.147,33
Inputs importados de materiales	530,99	1.106,90
Input Directo de Materiales	**145.253,98**	**280.742,23**

Cuenta 2: Cuenta del consumo local de materiales

Recursos	2000	2008
Input Directo de Materiales	145.253,98	280.742,23
Exportaciones	7.223,00	17.982,85
Consumo local de materiales	138.030,98	262.759,38
Consumo por Tn Sn	**20,11 Ton/ 1 Tn Sn**	**15,61 Tn/ 1 Tn Sn**

Cuenta 3: Cuenta de comercio exterior de materiales

Recursos	2000	2008
Importaciones nacionales	1.475,99	3.147,33
Exportaciones	7.223,00	17.982,85
Saldo comercial exterior de materiales	-5.747,01	-14.835,52
Saldo por Tn Sn	**0,23 Tn/1Tn Sn**	**0,17 Tn/1Tn Sn**

Recursos	2000	2008
Importaciones internacionales	530,99	1.106,90
Exportaciones	7.223,00	17.982,85
Saldo comercial exterior de materiales	-6.692,01	-16.875,95
Saldo por Tn Sn	**0,07 Tn/1Tn Sn**	**0,06 Tn/1Tn Sn**

Recursos	2000	2008
Importaciones totales (Nal./Inter)	2.006,98	4.254,23
Exportaciones	7.223,00	17.982,85
Saldo comercial exterior de materiales	-5.216,02	-13.728,62
Saldo por Tn Sn	**0,28 Tn/1Tn Sn**	**0,24Tn/1Tn Sn**

Cuenta 4: Cuenta del output local procesado

Recursos	2000	2008
Disipación de productos y pérdidas	781,8	1.687,46
Emisiones, residuos y vertidos	136.024,0	258.109,15
Output local procesado	**136.805,8**	**259.796,61**

Cuenta 5: Cuenta de la acumulación neta de stocks

Recursos	2000	2008
Consumo local de materiales	138.030,98	262.759,38
Emisiones, residuos y vertidos	184,50	353,64
Disipación de productos y pérdidas	136.024,00	258.109,15
Acumulación neta de stocks	**1.822,48**	**4.296,59**

Cuenta 6: Balance de flujos directos de materiales

Recursos utilizados (Tn)			Empleos (Tn)		
Año	2000	2008	Año	2000	2008
Extracción local	143.247	276.488	Emisiones, residuos y vertidos	782	1.687
Inputs nacionales	1.474	3.147	Uso disipado de productos y pérdidas	136.024	258.109
Importaciones	533	1.107	Salida de Concentrados	7.223	17.983
			Acumulación neta de stocks	1.225	2.963
Balance total de flujos directos	**145.254**	**280.742**	**Total empleos**	**145.254**	**280.742**

Cuenta 7: Cuenta extracción local no usada

Empresa Minera Huanuni	Superficie m^2	Volumen m^3	Tn	Tn
Flujos subordinados			**2000**	**2008**
Depósito de roca estéril	305.100	9.153	14.645	14.645
Colas arenosas	164.800	4.944	7.910	7.910
Colas finas	8.300	249	398	398
Colas gruesas de relaves en el río	247.200	7.416	11.866	11.866
Desechos de dragado	588.400	17.652	28.243	28.243
Superficie del río Huanuni	3.801.000	114.030	182.448	182.448
Flujos Materiales Excabados				
Piedra Manzana	9.900			475,2
Total	**5.124.700**	**153.444**	**245.510**	**245.985**

Cuenta: 8 Necesidad total de materiales

Recursos utilizados (Tn)			Empleos (Tn)		
Año	**2000**	**2008**	**Año**	**2000**	**2008**
Extracción local	143.247	276.488,00	Emisiones, residuos y vertidos	781,80	1.687,46
Inputs nacionales	1.474	3.147,33	Uso disipado de productos y pérdidas	136.024,00	258.109,15
Importaciones	533	1.106,90	Salida de concentrados	7.223,00	17.983,00
Extracción local no usada	245.510	246.461,00	Disposición de la extracción local no usada	245.510,00	246.461,00
			Acumulación neta de stocks	1.225,18	2.962,77
Necesidad total de materiales	**390.764**	**527.203,23**	**Total empleos**	**390.763,98**	**527.203,38**

Anexo II
Input de materiales directos de la Empresa Minera Bolívar

Cuenta 1: Cuenta del Input Directo de Materiales

Recursos	1997	2006
Extracción local	303.600,00	334.538,00
Input nacional de materiales	1.023,46	1.023,46
Inputs importados de materiales	1.344,00	1.344,00
Input Directo de Materiales	**305.967,46**	**336.905,46**

Cuenta 2: Cuenta del consumo local de materiales

Recursos	1997	2006
Input Directo de Materiales	305.967,46	336.905,46
Exportaciones	66.000,00	60.833,00
Consumo local de materiales	239.967,46	276.072,46

Cuenta 3: Cuenta de comercio exterior de materiales

Recursos	1997	2006
Importaciones internacionales	1.344	1.344
Salida de concentrados	66.000	60.833
Saldo comercial exterior de materiales	-64.656	-59.489

Recursos	1997	2006
Importaciones totales (nacional/internacional)	2.367,46	2.367,46
Salida de concentrados	66.000,00	60.833,00
Saldo comercial exterior de materiales	-63.632,54	-58.465,54

Cuenta 4: Cuenta del output local procesado

Recursos	2000	2006
Emisiones, residuos y vertidos	237.600,00	273.705,00
Disipación de productos y pérdidas	2.181,35	2.181,35
Output local procesado	**239.781,35**	**275.886,35**

Cuenta 5: Cuenta de la Acumulación Neta de Stocks

Recursos	2000	2006
Consumo local de materiales	239.967,46	276.072,46
Emisiones, residuos y vertidos	237.600,00	273.705,00
Disipación de productos y pérdidas	2.181,35	2.181,35
Acumulación neta de stocks	**186,11**	**186,11**

Cuenta 6: Balance de flujos directos de materiales

Recursos utilizados (Tn)			Empleos (Tn)		
Año	**1997**	**2006**	**Año**	**1997**	**2006**
Extracción local	303.600	334.538	Emisiones, residuos y vertidos	237.600,00	273.705,00
Inputs nacionales	1.023	1.023	Disipación de productos y pérdidas	2.181,00	2.181,00
Importaciones	1.344	1.344	Salida de concentrados	66.000,00	60.833,00
			Acumulación neta de stocks	186,11	186,11
Balance total de flujos directos	**305.967**	**336.905**	**Total empleos**	**305.967,11**	**336.905,11**

Cuenta 7: Cuenta extracción local no usada

Bolívar	Superficie m^2	Volumen m^3	Tn	Tn
Flujos subordinados			**1997**	**2006**
Basura y chatarra	10.000	300	390	390
Flujos materiales excavados				
Superficie arriba de la Concesión	7.060.000	211.800	275.340	275.340
Total	**7.070.000**	**212.100**	**275.730**	**275.730**

Cuenta 8: Necesidad total de materiales

Recursos utilizados (Tn)			Empleos (Tn)		
Año	**1997**	**2006**	**Año**	**1997**	**2006**
Extracción local	303.600	334.538	Emisiones, residuos y vertidos	237.600,00	273.705,00
Inputs nacionales	1.023	1.023	Disipación de productos y pérdidas	2.181,00	2.181,00
Importaciones	1.344	1.344	Salida de concentrados	66.000,00	60.833,00
Extracción local no usada	275.730	275.730	Disposición de la extracción local no usada	275.730,00	275.730,00
			Acumulación neta de stocks	186,11	186,11
Necesidad total de materiales	**581.697**	**612.635**	**Total empleos**	**581.697,11**	**612.635,11**

Anexo III
Balance de agua
de la Empresa Minera Huanuni
(Periodo 2000)

Entradas

Fuentes	Tipo acuífero (superficial, subterráneo u otros)	Cant./uso m³/ día	Cant./uso m³/mes	Cant./uso m³/año
Agua de mina "Patiño" Minera Huanuni	Subterráneo	2.937,60	88.128	1.072.224
Agua de Pata Huanuni	Superficial	2.834,40	85.032	1.034.556
Agua de mina María Francisca Cooperativistas	Subterráneo	506,40	15.192	184.836
Agua de venta y media	Superficial	396,00	11.880	144.540
	Total	**6.674,40**	**200.232**	**2.436.156**

Salidas

Origen de descarga	Calidad de descarga	Caudal de descarga m³/día	Caudal de descarga m³/mes	Caudal de descarga m³/año
Colas	Sin tratar	3.516,00	105.480	1.283.340
Agua de Mina	Sin tratar	756,00	22.680	275.940
Agua residuales domiciliarias	Sin tratar	196,80	5.904	71.832
Evaporación de torre de refrigeración	Sin tratar	199,20	5.976	72.708
Pérdidas en el proceso	Sin tratar	2.006,40	60.192	732.336
	Total	**6.674,40**	**200.232**	**2.436.156**

Anexo IV
Balance de agua
de la Empresa Minera Bolívar
(Periodos 1997 y 2006)

Entradas

Fuentes	Cant./uso m^3 /día	Cant./uso m^3/mes	Uso m^3/año 1997	Uso m^3/año 2006
Agua del río Chapana	216	6.480	77.760	
Agua subterránea veta Santa Rosa	2.074	62.220	746.640	
Agua de Interior Mina				2.937.600
Total	**2.290**	**68.700**	**824.400**	**2.937.600**

Salidas

Origen descarga	Caudal de descarga m^3/día	Caudal de descarga m^3/mes	Caudal de descarga m^3/año 1997	Caudal de descarga m^3/año 2006
Aguas servidas campamento, servicios y oficinas	171	5.130	61.560	
Agua de la mina, niveles Litoral y Tahuichi	1.512	45.360	544.320	
Dique de colas	346	10.380	124.560	950.400
Evaporación	172	5.160	61.920	
Limpieza	44	1.320	15.840	
Pérdidas en el proceso	45	1.350	16.200	181.440
Planta de Tratamiento de agua				1.805.760
Total	**2.290**	**68.700**	**824.400**	**2.937.600**

Autores

Elizabeth López Canelas

Licenciada en Antropología y Magíster en Gestión Ambiental y Desarrollo de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). Tiene diversas publicaciones sobre la problemática minera y ambiental en diferentes medios impresos y digitales. Los más destacados son: "La industria minera, una industria sedienta: Caso minera San Cristóbal" (2009) y "Ojos que no quieren ver: Los impactos ambientales de la minera San Cristóbal" (2009). Actualmente es miembro del Colectivo de Coordinación de Acciones Socio Ambientales (Colectivo CASA) y es investigadora independiente.

Ángela Cuenca Sempértegui

Licenciada en Agronomía de la Universidad Técnica de Oruro. En la actualidad es coordinadora regional del Foro Boliviano de Medio Ambiente y Desarrollo (FOBOMADE) de Oruro. Entre sus publicaciones e investigaciones se encuentran: co-autora de "Más allá de las pajas y espinas: Biodiversidad en el municipio de Oruro" (2005) y "Minería y medio ambiente sí, pero no percepciones campesinas y regionales sobre los problemas ambientales de las operaciones mineras kori kollo y kori chaca" (2006), investigación realizada para el PIEB como parte del equipo del Centro de Ecología y Pueblos Andinos (CEPA).

Silvana Lafuente Tito

Realizó estudios superiores en la carrera de Ingeniería Química, Mención Medio Ambiente, de la Universidad Técnica de Oruro. En la actualidad es activista ambiental. Entre sus publicaciones se encuentran: "Contaminación minera en la cuenca San Juan de Sora Sora" (2008) y "Evaluación de la calidad del aire a través de bioindicadores en el Distrito 5 de la ciudad de Oruro" (2010).

Emilio R. Madrid Lara

Realizó estudios superiores en la carrera de Antropología de la Universidad Técnica de Oruro. En la actualidad es coordinador del Colectivo de Coordinación de Acciones Socio Ambientales (Colectivo CASA). Fue docente de la carrera de Pedagogía de la Universidad Nacional Siglo XX. Entre sus publicaciones e investigaciones se encuentran: "Del abrigo de los Mallkus al frío del cemento" (1999); "Minería y comunidades campesinas ¿Coexistencia o conflicto?" (2002); "Tierra S.A." (2003) y co-autor de "Negociación y toma de decisiones en comunidades mineras de Potosí: Proyecto San Cristóbal y proyecto San Bartolomé" (2004).

Patricia Molina Carpio

Ingeniera en Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. Activista ambiental y ex coordinadora del Foro Boliviano de Medio Ambiente y Desarrollo (FOBOMADE), tiene en su haber varios artículos sobre problemas ambientales en diversos medios impresos y digitales.